COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 FÉVRIER 1863.

PRÉSIDENCE DE M. VELPEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *D'une espèce de Chélonien fossile d'un genre nouveau, trouvé dans la craie du cap la Hève par M. Lennier, du Havre, et décrit par* **M. A. Valenciennes.**

« Les grandes marées de la Manche laissent à découvert le pied du cap la Hève. On peut alors marcher sur les assises de la grande formation du Havre. Le géologue actif et chercheur voit paraître sur les blocs, mis à nu pendant de courts instants, les débris de squelettes de grands reptiles, de poissons, confondus avec d'autres corps organisés, et ordinairement d'espèce et de genre inconnus. Quand l'habitude de ces explorations fait naître l'espoir de trouver quelques portions importantes de squelette, il faut s'occuper de tirer les os de la gangue durcie qui les retient et qui les cache. Ce n'est pas tout de les dégager, il faut les déterminer. C'est alors que commence le devoir et le travail de la zoologie. J'ai déjà nommé à l'Académie M. Lennier, conservateur du musée du Havre, pour sa découverte d'un Ichthyosaure, que j'ai pu déterminer comme d'une espèce nouvelle. Je l'ai dédiée à notre grand et illustre zoologiste, en appelant ce Saurien Ichthyosaurus Cuvieri.

» En explorant de nouveau les falaises qui conduisent vers ces côtes que

les marins nomment *la Côte blanche,* M. Lennier a trouvé un bloc sur lequel il a vu saillir l'extrémité d'os semblables à des côtes de Tortue.

» Il m'a adressé ces fragments, que j'ai fini par reconnaître appartenir au squelette d'une Tortue d'un genre nouveau, facile à déterminer par un caractère très-saillant, celui d'avoir NEUF côtes. Toutes celles que nous connaissons aujourd'hui n'en ont que *huit*. Plusieurs autres particularités de l'organisation de ce nouveau Chélonien montrent qu'il tient des Tortues molles, ou des Trionyx fluviatiles de Geoffroy et des Chélonées ou Tortues marines d'Alexandre Brongniart. Je l'appellerai :

PALÆOCHELYS NOVEMCOSTATUS.

» Je vais commencer par appeler l'attention sur la position occupée par la bête dans la vase durcie comme le marbre le plus dur, lorsque la vague qui l'a jetée à la côte l'a fait périr.

» L'animal, couché sur la berge par le côté gauche, s'est brisé par le milieu de la carapace, le long de la colonne vertébrale. La portion gauche a été empâtée dans le sol, et l'autre portion a glissé sur la carapace gauche. Le sternum a suivi le même mouvement, de façon que la large portion de ce plastron, formée par l'hyposternum droit, s'est collée sur celui du côté gauche. Les quatre membres ont été emportés par ces efforts violents et convulsifs; il n'est resté que l'omoplate droite de la Tortue.

» La tête a été en grande partie brisée; cependant quelques fragments d'os du crâne ou de la face ont pu être retrouvés entre les carapaces et le reste du sternum. Quelques-unes des plaques marginales qui cernent la cavité viscérale ont été retirées dans la gangue qui a tout enveloppé.

» Tout ceci formait une grosse masse qui avait un volume supérieur à un mètre cube. On voyait saillir quelques bouts de côtes, la plus grande partie de l'omoplate; mais il a fallu l'adresse et la persévérance de M. Merlieux, qui a bien voulu suivre avec moi la recherche de ces os, pour découvrir l'ensemble que je mets sous les yeux de l'Académie. Que l'on me permette d'insister sur la persévérance que nous avons mise à cette recherche : plus d'une fois nous avons été sur le point de tout abandonner; mais bientôt une crête osseuse s'offrait à nous et nous faisait espérer de trouver le résultat que nous avons obtenu.

» Je vais décrire maintenant ces os; puis je reviendrai sur les considérations d'ensemble à mesure que la description des dix-neuf os, dégagés de la gangue qui les enveloppait, nous les aura fait mieux apprécier.

» La portion inférieure de la carapace a été emportée. Ce qui reste de

cette région dorsale est haut de $0^m,55$; la largeur du disque plein peut être évaluée à $0^m,45$; mais il faut y ajouter la saillie des côtes, qui, en les comptant des deux côtés, donnerait une largeur de $0^m,14$; puis l'épaisseur des plaques du disque qui augmentent encore le diamètre total du corps de $0^m,04$ à $0^m,05$. La portion qui nous reste porte $0^m,52$. Par conséquent nous devons croire que cet animal avait une carapace à peu près ronde, de $0^m,70$ au moins de largeur totale osseuse. La surface extérieure de cette carapace est lisse, sans aucune rugosité. Elle ne porte aucune trace des treize plaques cornées qui donnent à l'industrie les écailles si recherchées dans les Chélonées. Il faut bien insister sur ce fait, que ce que nous avons des plaques dorsales ou sternales est une ossature lisse et fibreuse. On ne voit aucune trace des écailles des Chélonées ordinaires. L'animal était donc couvert d'une peau qui débordait le disque osseux, comme cela existe dans les Trionyx vivants et fossiles que nous connaissons déjà. Mais ces Chéloniens ont les os de la carapace et le sternum relevés par de nombreuses rugosités.

» Un autre Chélonien a la carapace couverte d'une peau molle et épaisse; mais il ne porte que huit côtes. C'est le genre SPHARGIS (*Testudo coriacea*, Lin.) qui vit encore dans l'Atlantique, et entre quelquefois dans le grand golfe de Gascogne.

» Nous observons sur notre Tortue deux autres caractères que portent quelques espèces de Trionyx. Le premier, qui appartient à la carapace, est une forte carène dorsale aiguë, haute de $0^m,03$, et élevée tout le long de la colonne vertébrale. A la base du cou, était la petite nuchale, qui existe dans les gymnopodes et les centropodes de Duméril. Ainsi la Tortue avait des affinités avec les Trionyx : 1° par la peau molle; 2° par l'absence de plaques d'écailles; 3° par la plaque nuchale. Cette plaque nuchale est large de $0^m,09$ et haute de $0^m,04$. Sa face externe est plus lisse que la face interne, qui était adhérente à la peau de l'animal.

» Si notre Tortue se rapproche des Trionyx par la carène dorsale et par la plaque accessoire, elle s'en éloigne par l'absence de rugosités sur ces os; elle en diffère encore plus par le nombre des pièces marginales qui reçoivent l'extrémité des côtes. Il reste une suite de ces pièces réunies en un seul morceau long de $0^m,36$, plat en dessus et arrondi sur le côté inférieur et externe; il est plié en gouttière dans toute sa longueur, et un enfoncement très-prononcé marque la place où se rend chaque côte. Ajoutons deux morceaux pleins, longs, l'un de $0^m,07$, l'autre de $0^m,09$, qui se réunissaient au côté gauche et devaient continuer et fermer le cercle marginal qui entoure

la cavité viscérale des Chélonées. Ces plaques étaient encore presque en leur place normale sur le côté de la carapace.

» Ce bord osseux et la forme du pariétal me font croire que notre Tortue fossile doit être considérée comme étant plus voisine des Chélonées et plus particulièrement des Sphargis que de tout autre genre. Elle devait être un de ces grands reptiles de haute mer.

» Ayant ainsi retrouvé cette affinité de notre Tortue, j'ai été conduit à déterminer plus aisément les quelques fragments de la tête qui ont été conservés dans l'intervalle resté vide entre les deux portions de la carapace.

» Le premier os de la tête, de forme singulière, est le pariétal droit. C'est l'os que l'on voit sur le haut de la tête restaurée. Il est convexe en dessus et donne en arrière une longue apophyse qui allait s'articuler avec l'occipital, et descendait en s'arrondissant vers les côtés. En dedans j'ai fini par reconnaître l'apophyse lamellaire qui descend verticalement dans le crâne, et s'applique sur celle portée par le pariétal gauche. Ce pariétal étant mis en place, et appelant mon attention vers le crâne et sur les os qui avoisinent cette région, j'ai pu déterminer le maxillaire. Le bord supérieur orbitaire est intact. Il m'a donné la forme et une première idée de la grandeur de l'orbite. Le bord inférieur du maxillaire, qui aurait dessiné le profil du bec de la tortue, a été mutilé. Il a servi cependant, à cause de l'intégrité du bord orbitaire, à mettre en sa place naturelle le fragment de jugal, et la plaque plus mince du frontal postérieur, mais dont les bords ne sont pas bien conservés; et enfin le fragment du frontal antérieur est venu se placer naturellement sur le haut de l'orbite. Nous avons encore trouvé un cinquième os cassé que nous avons reconnu pour une petite portion de palatin. Il est trop mutilé pour qu'il soit nécessaire d'en dire davantage. Ces os nous donnent de bonnes indications pour déterminer la grandeur probable de la tête de cet animal. Si l'on compare ce qui reste du maxillaire de notre fossile à celui d'une Tortue franche dont la tête a $0^{m},22$ de long, on pourra estimer la tête fossile d'un tiers plus grande, du moins quant à la face; et si l'on prend le pariétal pour établir la comparaison, on arrivera à ajouter seulement un quart, d'où l'on conclura que le museau du fossile était beaucoup plus allongé proportionnellement que le crâne, et que la tête entière était plus grande au moins d'un tiers que la tête des Tortues aujourd'hui vivantes dans le sein des océans de notre terre. Toutefois ces grandeurs présumées ne peuvent nous éclairer suffisamment sur la taille entière de notre fossile, attendu que : 1° nous ne connaissons pas bien le rapport de la tête des Tortues à celle du corps; et 2° que nous n'avons aucune donnée

pour juger de l'étendue de la peau qui bordait le corps de notre fossile.

» Nous avons retiré du fond médian de la carapace la vertèbre transverse sur laquelle le cou se meut sur les vertèbres dorsales. Nous croyons que cette vertèbre peut être considérée comme la dernière cervicale. Elle porte une côte grêle, arquée, comprimée, s'appuyant de la vertèbre à la carapace. On retrouve cette petite côte que j'appelle cervicale dans toutes nos Tortues vivantes, terrestres, fluviatiles ou marines.

» La saillie des têtes des côtes donne la place des vertèbres dorsales. Nous avons trouvé la moitié du corps d'une vertèbre, que nous regardons comme la seconde. Son épiphyse est perdue. Nous n'avons plus rien à dire de cet os dont nous nous bornons à signaler la présence, mais il nous a permis de décrire l'os que l'on a tout à fait intact. C'est l'os le plus entier de tout ce squelette fossile : c'est l'omoplate; elle est replacée dans la position normale et régulière qu'elle tenait dans l'animal pendant sa vie. Elle a $0^{m},29$ de longueur. Amincie vers le bas elle s'élargit un peu, et a près de $0^{m},04$ de large. Sa tête est triangulaire; un léger méplat donne l'articulation de la clavicule, et au-dessus une autre recevait le coracoïdien. Ces deux pièces ont été enlevées par les vagues. Sous cette tête, qui n'a pas cette cavité que l'on est habitué à nommer sur une omoplate cavité glénoïde, commence un rétrécissement cylindrique allongé, sorte de col qui devient bientôt trièdre, parce qu'il s'élève sur cet os une carène qui s'efface lorsqu'elle atteint le troisième quart de l'omoplate.

» Cet ensemble montre des caractères nouveaux qui m'ont paru devoir faire établir le nouveau genre de Tortue fossile que je présente ici.

» J'établis ces premières caractéristiques de cette Palæochelys dans cet extrait qui précédera de peu de temps le Mémoire accompagné de planches, dans lequel je donnerai une description des espèces vivantes, puis des fossiles qui conduiront à fixer les rapports de cette forme nouvelle de Chélonien dans la série zoologique.

» *Nota.* Je corrigeais à peine les premières épreuves de ce Mémoire, qu'il vient de m'être présenté par un jeune élève de l'École des Mines, M. Gollfuss, du Havre, une dent fossile de MÉGALOSAURE, trouvée dans les formations de la Hève, par l'infatigable explorateur de la falaise, M. Lennier.

» Cette découverte est un fait très-important, si l'on se rappelle ce que j'ai dit à l'Académie dans la séance précédente.

» Les Mégalosaures ont été découverts en 1822 par M. Buckland dans la grande oolithe de Stonesfield. M. Pidancet nous les montre dans le keuper, ou les marnes irisées de la formation jurassique. La grande dent fossile

que l'on vient de trouver dans les couches du cap la Hève nous montre la longue existence de ce monstrueux reptile sur notre planète. »

M. Élie de Beaumont exprime le vœu que le Mémoire dont M. Valenciennes vient de lire l'extrait soit imprimé dans les Mémoires de l'Académie, accompagné des belles figures qu'il a présentées et qui ne pourront trouver place dans le *Compte rendu* de la présente séance.

CHIMIE. — *Dissociation de l'eau; par* M. Henri Sainte-Claire Deville. (2e Communication.)

« Quand on verse dans de l'eau 1 à 2 kilogrammes de platine fondu, comme nous l'avons fait bien souvent, M. Debray et moi, on observe un dégagement abondant de gaz explosif composé d'hydrogène et d'oxygène mêlés à une certaine quantité d'azote qui est dissous dans l'eau et que la chaleur met en liberté. C'est la reproduction en grand d'une expérience de M. Grove, qui décompose l'eau en ses éléments par le contact du platine chauffé bien au-dessous de son point de fusion, expérience qui a été le point de départ de mes recherches sur la dissociation.

» Comment se fait-il que le platine fonde si facilement sous l'influence de la température développée par la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène, et que le platine fondu ou même simplement chauffé au blanc décompose l'eau? Telle est la question que je me suis posée à propos de ces faits, en apparence contradictoires, il y a plus de cinq ans (1), et dont alors j'entrevoyais la solution, donnée dans une récente communication (2). Il me reste encore à expliquer le fait de la dissociation dans le cas spécial découvert par M. Grove; c'est ce que je vais faire en peu de mots par l'exposé d'une série d'expériences et d'épreuves analytiques.

» On remplit bien exactement un tube de porcelaine de 5 à 6 centimètres de diamètre avec des fragments de porcelaine bien propres et préalablement rougis au feu; on y fait passer un courant rapide d'acide carbonique qui traverse un vase plein d'eau maintenue à la température de 90° à 95°; enfin on chauffe ce tube à la température élevée que peut produire un fourneau alimenté par du charbon dense et l'air d'un ventilateur

---

(1) Voyez *Comptes rendus*, t. XLV, p. 857.

(2) Voyez *Comptes rendus* de cette année, séance du 2 février.

ou d'un soufflet. On constate facilement qu'une petite quantité de vapeur d'eau s'est décomposée en ses éléments, hydrogène et oxygène. Pour le démontrer, on reçoit le gaz dans de longs tubes d'un mètre de hauteur fermés à l'une de leurs extrémités, remplis d'une dissolution de potasse et plongés dans une petite cuve dont le liquide est aussi de la lessive caustique et concentrée.

» Au bout de deux heures on obtient de 25 à 30 centimètres cubes d'un gaz violemment explosif qui, dans deux expériences, avait la composition suivante :

Oxygène...............	46,1	46,8
Hydrogène.............	35,4	31,9
Oxyde de carbone.......	12,0	10,7
Azote.................	6,5	10,6 (1)
	100,0	100,0

» On peut donc, sans tube poreux, réaliser l'expérience que j'ai publiée dernièrement sur la dissociation de l'eau. Mais les quantités de gaz obtenues dans le même temps et les mêmes circonstances sont quatre fois moindres. Cela tient évidemment à ce qu'une proportion bien plus forte des gaz oxygène et hydrogène, qui ne sont pas ici séparés l'un de l'autre par l'action d'un véritable filtre, le tube poreux, se recombine dans les espaces moins chauds de l'appareil.

» Mais pourquoi la totalité du mélange détonant ne se transforme-t-elle pas en eau pendant le refroidissement? Cela tient à deux causes.

» La première, toute physique, est aussi la cause d'un fait bien connu, l'incombustibilité d'un mélange explosif répandu dans une grande quantité d'un gaz inerte, acide carbonique ou azote. Un pareil mélange, en effet, résiste à l'action de l'étincelle électrique et ne s'enflamme pas au contact d'une bougie allumée. Cependant il ne pourrait traverser lentement un tube de porcelaine rempli de fragments de porcelaine et porté au rouge sans que les éléments qui peuvent s'unir entrent intégralement en combinaison.

» Il y a donc une autre cause, et celle-ci est toute mécanique : c'est la

(1) *Voyez* dans le Mémoire cité l'explication de la présence de l'azote, de l'oxyde de carbone dans les gaz, et la cause de la prédominance de l'oxygène.

vitesse des gaz qui traversent le tube de porcelaine dans mes appareils, et d'où dépend la rapidité du refroidissement ou du retour à la température à laquelle l'oxygène et l'hydrogène ne se combinent plus lorsqu'ils sont disséminés dans une grande masse d'acide carbonique.

» C'est aussi l'explication qu'il faut donner à l'expérience de M. Grove et aux expériences du même genre que M. Debray et moi nous avons réalisées. Le platine fondu au contact de l'eau amène d'abord autour de lui une petite quantité d'eau à l'état de vapeur (1). Cette vapeur fortement chauffée se décompose partiellement et en proportion de la tension de dissociation qui correspond à la température du platine fondant. La portion dissociée, dont le volume est considérable par rapport à son poids, est brusquement refroidie parce qu'elle tend à monter à la surface de l'eau, tandis que le platine descend rapidement, et la vitesse de ce refroidissement est telle, qu'une portion des gaz échappe à la recomposition. Ceci implique seulement que, pour qu'une quantité finie d'un mélange explosif s'enflamme entièrement, il faut un temps fini, et c'est démontré par l'action des toiles métalliques sur les gaz en combustion.

» De plus, dans les gaz ainsi obtenus, on constate la présence d'une grande quantité d'azote. Il est probable que la vapeur d'eau dissociée résiste à la recomposition sous la double influence de la présence de ce gaz inerte et de la vitesse du refroidissement. C'est aussi la raison pour laquelle je n'ai pas réussi à dissocier l'eau pure transportée sous forme d'un courant très-rapide de vapeur dans un tube de platine violemment chauffé. L'eau s'est entièrement reconstituée, d'abord à cause de l'absence d'un gaz étranger qui produise l'extinction du gaz combustible, et ensuite parce que la chaleur latente de la vapeur d'eau, qui est considérable, met obstacle à un refroidissement très-rapide de la masse gazeuze.

» Dans une prochaine communication, j'exposerai de nouvelles expériences sur la dissociation de l'acide carbonique et mes tentatives sur divers gaz composés. »

---

(1) Les chaleurs spécifique et latente de fusion du platine sont très-faibles : la température de sa fusion est bien moins élevée qu'on ne se le figure ordinairement (au-dessous de 1900°), de sorte que la quantité de chaleur qui est nécessaire pour fondre 1 kilogramme de platine est seulement égale à ce qu'il faut pour porter de 0 à 100° 1 kilogramme d'eau. Ces nombres ont été déterminés par M. Debray et moi.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Note sur la théorie de l'aciération; par* M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

« M. H. Caron a présenté à l'Académie, dans les séances des 5 janvier et 2 février derniers, deux Notes relatives à la théorie de l'aciération, qui ne sont ni moins intéressantes, ni moins instructives que les divers travaux entrepris jusqu'ici sur le même sujet par cet habile et ingénieux expérimentateur.

» Les résultats principaux de ces dernières recherches sont les suivants :

» 1° M. Caron confirme la remarque importante due à Karsten, à savoir que, en attaquant par les acides l'*acier non trempé*, on obtient, comme résidu, une matière graphiteuse, qui n'apparaît plus lorsqu'à l'acier non trempé on substitue l'*acier trempé*.

» En outre, si l'on vient à recuire l'acier trempé, ce corps récupère la propriété de laisser, dans la dissolution acide, des quantités de charbon libre, qui augmentent en même temps que la durée et l'intensité des chauffes.

» 2° M. Caron confirme, d'un autre côté, les expériences de M. Regnault qui établissent que l'acier non trempé possède une densité plus considérable que l'acier trempé.

» Cette double conclusion est en concordance parfaite avec les résultats des nombreuses expériences que j'ai publiées et qui avaient pour objet d'étudier les propriétés physiques et chimiques singulières que peut déterminer dans les corps un refroidissement brusque ou, si l'on veut, l'anormale proportion de chaleur latente (ou plutôt de chaleur de constitution) qui en résulte pour eux (1).

» J'ai montré, entre autres faits, que les diverses substances semblent former, à ce point de vue, deux catégories assez tranchées.

» Les unes, comme le soufre, le sélénium, le silicium (ou plutôt ses

---

(1) J'ai commencé cette série de recherches en 1845 par l'étude comparative des silicates à l'état cristallin et à l'état vitreux, et c'est en la poursuivant que j'ai été conduit, en 1847, à constater l'existence du *soufre insoluble*. Depuis lors, j'ai défini le point de vue qui m'avait guidé, dans le préambule de ma Thèse pour le doctorat (1852), et j'ai insisté, en particulier, sur les propriétés que fait acquérir aux corps un refroidissement brusque, dans deux Notes insérées, l'une aux *Comptes rendus* (t. XL, p. 769), l'autre aux *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. LIX, p. 74). Je reviendrai prochainement sur ce sujet qui se lie si intimement aux études de lithologie, par les propriétés singulières que des phénomènes de cet ordre ont communiquées aux roches d'origine ignée.

composés, la silice et les silicates, et les expériences de M. Jacquelain, après celles de Lavoisier et de Silliman, autorisent à y inscrire au plus haut degré le carbone) sont *surfusibles* et susceptibles d'acquérir par la trempe l'état vitreux ou amorphe. Les autres (plomb, étain, bismuth, et probablement les métaux en général) présentent, après un refroidissement lent ou brusque, le même état moléculaire, caractérisé par une densité sensiblement constante.

» Or, si je ne me trompe, les résultats obtenus par M. Caron peuvent s'expliquer en considérant le fer et le carbone comme appartenant respectivement à ces deux catégories différentes.

» Ses expériences et celles de Karsten indiquent bien qu'à une température élevée le fer et le carbone entrent en combinaison. Si, alors, on les laisse refroidir lentement, chacun d'eux cristallise à part : la masse acquiert un maximum de densité, et l'acide en sépare du fer doux et une matière graphiteuse. Si, au contraire, on la refroidit brusquement, si on la trempe, le carbone reste surfondu, et communique cette propriété à leur combinaison commune, comme on voit la silice la transmettre aux oxydes alcalins et métalliques dans les silicates. On obtient alors l'acier, dur et cassant, d'une densité moindre que l'*acier doux* et entièrement soluble dans l'acide (1).

» Si les proportions de carbone deviennent plus considérables, au lieu d'acier et de fer légèrement mélangé de charbon, le refroidissement brusque donne la fonte blanche; le refroidissement lent, la fonte grise.

» L'acier pourrait donc être comparé, soit au verre, qui se dévitrifie quand on le chauffe, soit au soufre trempé, qui redevient soufre octaédrique lorsqu'il est porté à une température inférieure à 100°. Il y aurait même lieu de rechercher si, dans la trempe de l'acier, il ne se produit pas un phénomène absolument semblable à celui de la trempe du soufre, c'est-à-dire deux couches distinctes, l'une superficielle et très-mince, l'autre intérieure, et correspondant respectivement au soufre insoluble et au soufre mou.

» Dans tous ces cas, le rapprochement brusque entre les molécules déterminé par la trempe, et que M. Caron assimile à l'effet du choc d'un marteau, maintient, en définitive, entre les molécules une distance plus grande que le rapprochement graduel qui résulte du refroidissement lent.

---

(1) Le résidu de *silice* que l'analyse des aciers trempés a donné à M. Caron n'infirme en rien ce que je viens de dire. Il est probable, en effet, que le silicium n'était pas oxydé dans la combinaison aciéreuse, et qu'il subit une action oxydante postérieure dans l'attaque par l'acide. Dans tous les cas, je considère ce corps comme faisant là fonction de matière aciérante, de concert avec le carbone.

» Au point de vue de la chaleur de constitution des corps, il y aurait, en pareil cas, emprisonnement anormal d'une certaine quantité de chaleur qui se dégage, au contraire, lors du refroidissement lent ; il y aurait *surfusion*, en entendant par ce mot le cas général d'un corps qui retient une quantité anormale de chaleur et est ainsi maintenu dans un état d'équilibre moléculaire plus ou moins instable.

» Pour les divers états allotropiques du soufre, cette dernière conclusion est pleinement justifiée par l'expérience, qui permet de constater, et, jusqu'à un certaint point, de mesurer les quantités de chaleur qui sont ainsi mises en liberté dans la transformation en soufre octaédrique du soufre mou et du soufre insoluble. Dans le cas de l'acier, la déduction n'est pas aussi rigoureuse, puisqu'on ne peut encore s'appuyer que sur les preuves indirectes tirées des densités et des capacités calorifiques (1).

» Je n'ai parlé que du carbone comme corps aciérant, parce que c'est le seul que M. Caron cite et reconnaisse, je crois, comme tel. Mais il est évident que le même raisonnement s'appliquerait aux autres corps électronégatifs qui, placés dans les mêmes conditions que le carbone, seraient susceptibles de produire avec le fer de l'acier ou de la fonte blanche.

» Pour l'azote en particulier, il y a peu de substances qui, *à priori*, me paraissent plus propres à jouer un pareil rôle, et, s'il était constaté d'une manière incontestable qu'il peut aussi figurer parmi les substances aciérantes, rien, à mon avis, ne se lierait mieux à l'ensemble de ses propriétés.

» Je n'ai pas besoin, d'ailleurs, d'ajouter que ce que je viens de dire n'enlève rien au mérite des expériences par lesquelles M. Caron a mis si nettement en évidence le rôle curieux que la percussion peut jouer, dans certaines limites, pour amener le fer carburé à un état moléculaire tel, que, trempé, il devienne de l'acier. »

---

(1) Dans les expériences de M. Regnault, la capacité calorifique de l'acier trempé ne présente qu'un très-faible excès sur celle de l'acier doux. Le métal des cymbales offre une anomalie : sa densité augmente par la trempe au lieu de diminuer ; mais aussi cette opération l'*adoucit* au lieu de l'*aigrir*. On peut, d'après cela, se demander s'il n'existe pas une catégorie de corps pour lesquels l'effet de la trempe serait, en certains points, l'inverse de ce qu'il est pour le soufre, la silice, etc. Le phosphore ne pourrait-il pas être rangé parmi ces corps, le phosphore amorphe étant plus dense et doué d'une capacité calorifique plus faible que le phosphore cristallisé? Enfin, ces phénomènes ne se réalisent-ils pas, pour chaque corps, entre certaines limites, et le résultat ne peut-il pas changer de sens lorsque l'on agit à des températures différentes? Les inégalités de vitesse que l'on observe dans le refroidissement du soufre semblent l'indiquer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la formamide; par* **M. A.-W. Hofmann.**

« La série formique, comme trait d'union entre la chimie minérale et ce qu'on appelle généralement la chimie organique, a toujours fixé l'attention des chimistes; il est donc étonnant qu'elle présente encore autant de lacunes. Dans l'enseignement surtout, ces lacunes sont souvent très-embarrassantes, puisqu'elles nous obligent à emprunter à des groupes plus complexes les termes qui nous manquent, ou à commencer le développement de la chimie du carbone sur la seconde au lieu de la première marche de l'échelle.

» En traitant du formiate ammonique et de ses dérivés, qui n'a senti l'inconvénient de ne pouvoir parler de la formamide, dont personne cependant ne pouvait songer à nier l'existence?

» Nous savons, en effet, d'après les expériences de M. Pelouze (1), que l'acide cyanhydrique, par l'assimilation de 2 équivalents d'eau, se change en acide formique et en ammoniaque. Le même chimiste, en montrant que le formiate d'ammonium, soumis à l'action de la chaleur, se transforme de nouveau en eau et en acide cyanhydrique, indiqua le premier une réaction qui, plus tard, entre les mains de MM. Dumas, Malaguti et Le Blanc (2), devait fournir des résultats si remarquables. Moitié chemin entre le formiate d'ammonium et l'acide cyanhydrique, la théorie suggère la formamide

Formiate d'ammonium.....	$CH(H^4N)O^2$	
Formiate d'ammonium.....	$CH(H^4N)O^2 - H^2O = CH^3NO$	Formamide.
Formiate d'ammonium.....	$CH(H^4N)O^2 - 2H^2O = CHN$	Acide cyanhydrique.

» Mais nous cherchons en vain cette substance dans les manuels de chimie. Les réactions, nous assure-t-on, qui devraient la fournir ne conduisent pas au résultat voulu. D'après l'expérience acquise par l'étude des autres amides, le procédé le plus simple pour la préparation de la formamide serait l'action de l'ammoniaque sur l'éther formique. Mais selon Gerhardt (3), qui toutefois n'indique pas d'autorité, l'ammoniaque sèche ne réagit pas sur le formiate d'éthyle, et l'ammoniaque aqueuse, comme les autres alcalis caustiques, le transforme en alcool et en formiate alcalin.

» En répétant cette expérience, je suis arrivé à des résultats différents,

(1) Pelouze, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XLVIII, p. 395.
(2) Dumas, Malaguti et Le Blanc, *Comptes rendus*, t. XXV, p. 383, 442 et 474.
(3) Gerhardt, *Traité*, t. I, p. 235.

probablement parce que j'ai opéré dans d'autres conditions. Le formiate d'éthyle anhydre, saturé par l'ammoniaque sèche, fut exposé pendant deux jours à la température de l'eau bouillante, dans des tubes scellés à la lampe. En distillant le produit de la digestion, une grande quantité d'éther formique, non attaqué à cause de la faible proportion d'ammoniaque dissoute, passa d'abord, puis le point d'ébullition s'éleva rapidement, et un liquide incolore et transparent distilla enfin, mais non sans éprouver une décomposition partielle. Cette substance, également soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, est la *formamide*.

» 0gr,5173 de substance ont donné 0gr,5172 d'acide carbonique et 0gr,3122 d'eau.

» La formule $CH^3NO = \left.\begin{matrix}(CHO)\\ H\\ H\end{matrix}\right\} N$ exige :

	Théorie.		Expérience.
C = 12		26,66	27,27
H^3 = 3		6,66	6,71
N = 14		31,12	
O = 16		35,56	
	45	100,00	

Distillée rapidement, la formamide se scinde en grande partie en oxyde carbonique et en ammoniaque, des torrents des deux gaz étant dégagés pendant l'ébullition :

$$CH^3NO = CO + H^3N.$$

» Ce fait s'est opposé à la détermination très-exacte du point d'ébullition, qui s'est trouvé entre 192° et 195°. Dans un vide partiel, qui réduit le point d'ébullition à 140°, la formamide distille sans la moindre décomposition. L'action des acides et des alcalis la transforme en acide formique et en ammoniaque. Distillée avec l'acide phosphorique anhydre, elle donne de l'acide cyanhydrique. Elle paraît exister, du moins à la température ordinaire, à l'état liquide seulement. Quoique je l'aie desséchée avec soin et que je l'aie gardée pendant plusieurs semaines au-dessus de l'acide sulfurique, je n'ai observé aucune tendance à la cristallisation. »

M. J. Cloquet fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son « Rapport sur les travaux de la Société impériale d'acclimatation, présenté au nom de la 4e Section de la XXIXe classe du jury de l'Exposition internationale de Londres ».

M. A. d'Abbadie fait, de même, hommage d'un exemplaire du Rapport qu'il a fait à la Société de Géographie sur la planchette photographique de M. Auguste Chevallier.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur la machine à calculer présentée par* **M. Wiberg.**

(Commissaires, MM. Mathieu, Chasles, Delaunay rapporteur.)

« La machine présentée à l'Académie par M. Wiberg a pour objet de calculer et d'imprimer en même temps des Tables numériques fournissant les valeurs successives d'une même fonction.

» Pour bien faire comprendre la nature des opérations que cette machine effectue, considérons les nombres $y_0, y_1, y_2, y_3, \ldots$, qui doivent être écrits à la suite les uns des autres dans la Table que l'on veut construire. Prenons les différences premières de ces nombres

$$\Delta y_0 = y_1 - y_0, \quad \Delta y_1 = y_2 - y_1, \quad \Delta y_2 = y_3 - y_2, \ldots;$$

puis les différences secondes

$$\Delta^2 y_0 = \Delta y_1 - \Delta y_0, \quad \Delta^2 y_1 = \Delta y_2 - \Delta y_1, \quad \Delta^2 y_2 = \Delta y_3 - \Delta y_2, \ldots;$$

et ainsi de suite, jusqu'aux différences quatrièmes que nous supposerons avoir toutes la même valeur. Nous pourrons, à l'aide de ces divers nombres, former le tableau suivant :

y_0	Δy_0	$\Delta^2 y_0$	$\Delta^3 y_0$	$\Delta^4 y_0$
y_1	Δy_1	$\Delta^2 y_1$	$\Delta^3 y_1$	$\Delta^4 y_1$
y_2	Δy_2	$\Delta^2 y_2$	$\Delta^3 y_2$	$\Delta^4 y_2$
y_3	Δy_3	$\Delta^2 y_3$	$\Delta^3 y_3$	$\Delta^4 y_3$
y_4	Δy_4	$\Delta^2 y_4$	$\Delta^3 y_4$	$\Delta^4 y_4$
. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .

D'après la définition même des différences, il est facile de voir que chacun des nombres de ce tableau peut s'obtenir en ajoutant au nombre situé immédiatement au-dessus le nombre placé à la droite de ce dernier. Ainsi $\Delta^2 y_2$ est égal à $\Delta^2 y_1 + \Delta^3 y_1$, y_3 est égal à $y_2 + \Delta y_2$, etc. On comprend par là qu'il suffit de connaître les cinq nombres y_0, Δy_0, $\Delta^2 y_0$, $\Delta^3 y_0$, $\Delta^4 y_0$ de

la première ligne horizontale, pour trouver par de simples additions les valeurs des divers nombres y_0, y_1, y_2, y_3,..., qui doivent former la Table. En ajoutant séparément y_0 et Δy_0, Δy_0 et $\Delta^2 y_0$, $\Delta^2 y_0$ et $\Delta^3 y_0$, $\Delta^3 y_0$ et $\Delta^4 y_0$, on trouve y_1, Δy_1, $\Delta^2 y_1$, $\Delta^3 y_1$; d'ailleurs $\Delta^4 y_1$ est égal à $\Delta^4 y_0$, puisque par hypothèse les différences quatrièmes ont toutes la même valeur. Dès lors les nombres y_1, Δy_1, $\Delta^2 y_1$, $\Delta^3 y_1$, $\Delta^4 y_1$ de la seconde ligne sont tous connus, et on peut s'en servir pour calculer de même ceux de la troisième ligne, et ainsi de suite. Les divers nombres y_1, y_2, y_3,..., que l'on cherche, résulteront donc de la suite de ces opérations qui sont toutes des additions. Ce sont précisément ces opérations successives que la machine de M. Wiberg effectue : voici dans quel ordre.

» Supposons que par deux additions préalables on ait obtenu

$$y_1 = y_0 + \Delta y_0, \qquad \Delta y_1 = \Delta y_0 + \Delta^2 y_0.$$

On dispose les pièces de la machine de manière à leur faire représenter les cinq nombres

$$y_1 \qquad \Delta y_1 \qquad \Delta^2 y_0 \qquad \Delta^3 y_0 \qquad \Delta^4 y_0.$$

En faisant tourner une manivelle, on effectue en même temps deux additions, $y_1 + \Delta y_1$, $\Delta^2 y_0 + \Delta^3 y_0$, dont les résultats y_2 et $\Delta^2 y_1$ se substituent aux nombres y_1 et $\Delta^2 y_0$; de manière que, après cette opération, la machine présente les cinq nombres

$$y_2 \qquad \Delta y_1 \qquad \Delta^2 y_1 \qquad \Delta^3 y_0 \qquad \Delta^4 y_0.$$

En faisant tourner de nouveau la manivelle, on effectue deux autres additions, $\Delta y_1 + \Delta^2 y_1$, $\Delta^3 y_0 + \Delta^4 y_0$, dont les résultats Δy_2 et $\Delta^3 y_1$ se substituent aux nombres Δy_1 et $\Delta^3 y_0$; et après cette nouvelle opération la machine présente les cinq nombres

$$y_2 \qquad \Delta y_2 \qquad \Delta^2 y_1 \qquad \Delta^3 y_1 \qquad \Delta^4 y_1 \text{ (égal à } \Delta^4 y_0).$$

A la suite de ces quatre additions, opérées en deux fois, on voit que les cinq nombres mis primitivement dans la machine sont remplacés par ceux qui se trouvent immédiatement au-dessous d'eux dans le tableau général donné précédemment. En continuant à faire tourner la manivelle, on amènera y_3 et $\Delta^2 y_2$ à la place de y_2 et $\Delta^2 y_1$, puis Δy_3 et $\Delta^3 y_2$ à la place de Δy_2 et $\Delta^3 y_1$, et on aura ainsi sur la machine

$$y_3 \qquad \Delta y_3 \qquad \Delta^2 y_2 \qquad \Delta^3 y_2 \qquad \Delta^4 y_2 \text{ (égal à } \Delta^4 y_1);$$

et ainsi de suite indéfiniment.

» Voici maintenant en quoi consiste la machine et comment elle opère les additions dont nous venons de parler, et cela sur des nombres qui peuvent avoir jusqu'à 15 chiffres. Cette machine se compose essentiellement de 75 disques métalliques exactement pareils, traversés par un axe autour duquel ils peuvent tourner à frottement et indépendamment les uns des autres. Chacun de ces disques présente sur son contour dix dents rectangulaires saillantes et très-espacées, sur les extrémités desquelles sont gravés les dix chiffres 0, 1, 2,..., 9. On peut faire tourner ces disques de manière à amener sur une même ligne parallèle à l'axe, près d'une règle indicatrice disposée à cet effet, les dents portant tels chiffres que l'on veut, et par suite écrire ainsi à volonté, le long de cette règle, tous les nombres que peuvent former ces différents chiffres. L'ensemble des 75 disques se divise en quinze groupes de cinq disques chacun; chaque groupe correspond aux cinq chiffres de même rang dans les cinq nombres y, Δy, $\Delta^2 y$, $\Delta^3 y$, $\Delta^4 y$. Ainsi les quinze chiffres de y doivent être marqués par les premiers disques à gauche de chacun des quinze groupes; les quinze chiffres de Δy doivent être marqués par les deuxièmes disques de ces quinze groupes, et ainsi de suite.

» Un axe parallèle à l'axe des 75 disques, et pouvant tourner autour de ce dernier, porte 30 doigts ou crochets qui, en venant se placer derrière certaines dents appartenant à autant de disques, les poussent devant eux et font ainsi tourner ces 30 disques autour de leur axe commun. En même temps une règle dentée en forme de peigne vient s'appuyer sur le contour des 75 disques; les dentelures de cette règle sont disposées de manière à laisser passer librement, dans les vides qu'elles présentent, les dents des 30 disques poussés par les crochets, et à arrêter au contraire les dents des 45 autres disques qui sont ainsi maintenus complétement dans l'immobilité. D'ailleurs, dans ces 30 disques qui sont poussés simultanément par les 30 crochets, il n'y en a pas deux qui soient contigus : chacun de ces disques tourne à frottement entre deux disques maintenus immobiles par la règle dentée dont nous venons de parler. C'est par ce mouvement de rotation imprimé par les crochets à un certain nombre des 75 disques, que s'opèrent les additions que la machine doit effectuer.

» Supposons que nous ayons amené préalablement près de la règle indicatrice les divers chiffres qui composent les cinq nombres

$$y_1, \quad \Delta y_1, \quad \Delta^2 y_0, \quad \Delta^3 y_0, \quad \Delta^4 y_0.$$

C'est par là que nous devons commencer, ainsi que cela a été dit plus haut.

Les 75 chiffres dont ces cinq nombres se composent se trouveront sur une seule et même ligne. Les chiffres de y_1 occuperont le premier rang dans chacun des quinze groupes de disques; les chiffres de Δy_1 seront placés chacun à la droite du chiffre correspondant de y_1, et occuperont ainsi le second rang dans les quinze groupes de disques, etc. La première chose que la machine devra faire, conformément à ce que nous avons dit, sera l'addition de y_1 et Δy_1, et en même temps l'addition de $\Delta^2 y_0$ et $\Delta^3 y_0$. Pour cela il suffira de faire tourner la manivelle; l'axe qui porte les 30 crochets tournera autour des 75 disques, et ces 30 crochets feront tourner avec eux 30 disques, savoir : les 15 disques correspondant aux chiffres de y_1, et les 15 disques correspondant aux chiffres de $\Delta^2 y_0$. Ne nous occupons que des 15 premiers, qui opèrent l'addition $y_1 + \Delta y_1$, et admettons, pour fixer les idées, que les derniers chiffres des nombres y_1 et Δy_1 soient les suivants :

$$y_1 = \ldots 324,$$
$$\Delta y_1 = \ldots 513,$$

de sorte que les derniers chiffres de la somme sont

$$y_1 + \Delta y_1 = \ldots 837.$$

Considérons spécialement tout d'abord les chiffres des unités 4 et 3, portés par le 1er et le 2e disque du dernier groupe à droite, et voyons comment le premier chiffre 4 sera remplacé par leur somme 7. Un des 30 crochets (l'avant-dernier à droite), en tournant autour de l'axe des 75 disques, entraîne avec lui le 1er disque du dernier groupe; par suite de la rotation de ce disque, le chiffre qu'il présente près de la règle indicatrice, et qui était primitivement 4, devient successivement 5, 6, 7. Mais aussitôt que le chiffre 7 a été ainsi amené à la place qu'occupait primitivement le chiffre 4, le crochet qui a produit ce changement se relève un peu, de manière à éloigner sa pointe de la dent qu'il vient de pousser; dès lors ce crochet, en continuant à marcher avec les 29 autres autour de l'ensemble des disques, cesse d'entraîner celui sur lequel il agissait précédemment, et le chiffre 7 de ce disque reste immobile près de la règle indicatrice. Or, ce qui détermine le relèvement du crochet, et par conséquent la cessation de son action sur le disque qu'il faisait tourner précédemment, c'est précisément la position qu'occupe le disque placé immédiatement à sa droite, c'est-à-dire la valeur du chiffre 3 de ce disque qui se trouve près de la règle indicatrice. Un pro-

longement de la dent qui porte le chiffre 5 sur ce 2e disque, prolongement qui occupe une position ou une autre, suivant que le disque montre tel ou tel chiffre près de la règle indicatrice, est destiné à agir sur un talon latéral fixé au crochet qui fait tourner le 1er disque; aussitôt que le talon du crochet, en tournant autour des disques, atteint le prolongement dont nous venons de parler, le crochet se relève et cesse d'agir sur le disque qu'il avait poussé devant lui jusque-là. Si le 2e disque présentait le chiffre o près de la règle indicatrice, le crochet correspondant au 1er disque se trouverait relevé dès l'origine de son mouvement, et en tournant il n'entraînerait pas du tout le 1er disque. Si le 2e disque présentait le chiffre 1 près de la règle indicatrice, le crochet dont nous venons de parler pousserait le 1er disque de manière à lui faire faire un dixième de tour; puis, le talon de ce crochet rencontrant le prolongement de la 5e dent du 2e disque, ce crochet se relèverait et cesserait d'entraîner avec lui le 1er disque. Et ainsi de suite, de sorte que le crochet fait faire au 1er disque autant de dixièmes de tour que le chiffre du 2e disque placé près de la règle indicatrice contient d'unités : et par conséquent le chiffre que le 1er disque présente près de la règle indicatrice se trouve augmenté de ce même nombre d'unités.

» Si l'on a bien saisi ce qui vient d'être dit, on comprendra sans peine que, en même temps que le 29e crochet amène le 1er disque du dernier groupe à montrer près de la règle indicatrice le chiffre 7 (somme des unités 4 et 3), le 27e crochet amène le 1er disque du 14e groupe à montrer près de cette règle le chiffre 3 (somme des dizaines 2 et 1), le 25e crochet amène le 1er disque du 13e groupe à montrer le chiffre 8 (somme des centaines 3 et 5), etc. Après que les 30 crochets auront fait un tour entier autour des 75 disques, les 15 crochets de rangs impairs auront amené à la place des chiffres du nombre y_1 portés par les premiers disques de chaque groupe, les chiffres correspondants du nombre y_2 égal à $y_1 + \Delta y_1$. En même temps les 15 autres crochets, de rangs pairs, auront amené à la place des chiffres du nombre $\Delta^2 y_0$ portés par les troisièmes disques de chaque groupe, les chiffres correspondants du nombre $\Delta^2 y_1$ égal à $\Delta^2 y_0 + \Delta^3 y_0$. Les deux additions que la machine devait opérer seront donc effectuées.

» Dans l'explication qui précède, nous avons supposé implicitement que chaque addition partielle ne donnait pas un résultat supérieur à 9; en d'autres termes, nous avons raisonné comme si les additions à faire pouvaient s'effectuer sans retenues. Il nous reste donc à dire comment se font les retenues quand il s'en présente. C'est une des plus grandes difficultés qu'ont eues à résoudre tous ceux qui ont voulu établir des machines à

calculer. M. Wiberg y est parvenu par un moyen sûr et entièrement nouveau que nous allons essayer de faire comprendre. Nous avons dit que, sur chaque disque, la dent qui porte le chiffre 5 présente un prolongement destiné à agir sur le talon du crochet qui fait tourner le disque voisin; c'est ce même prolongement qui sert à opérer la retenue. Supposons, par exemple, que les chiffres des unités de y_1 et Δy_1 soient respectivement 7 et 6, le 29e crochet, en avançant, fera marcher le 1er disque du 15e groupe de $\frac{6}{10}$ de tour, et amènera ainsi successivement près de la règle indicatrice, au lieu du chiffre 7, qui s'y trouvait primitivement, les chiffres 8, 9, 0, 1, 2, 3. Ainsi, la somme des chiffres 7 et 6 étant 13, le crochet amène le 1er disque du 15e groupe à présenter près de la règle indicatrice le chiffre 3 seulement; il y a donc une retenue d'une unité à reporter sur le chiffre des dizaines porté par le 1er disque du 14e groupe. Mais ce report de la retenue ne se fait pas tout de suite; il est seulement préparé pour être effectué après coup. A cet effet, au moment même où le chiffre 0 du 1er disque du 15e groupe vient se présenter près de la règle indicatrice, le prolongement de la dent n° 5 du même disque agit sur un nouveau système de crochets placés au-dessous de l'ensemble des 75 disques, et prépare l'un d'eux à faire avancer ultérieurement le 1er disque du 14e groupe de $\frac{1}{10}$ de tour, c'est-à-dire à augmenter d'une unité le chiffre que ce disque présente près de la règle indicatrice. Par un premier tour de manivelle, on effectue les additions conformément à l'explication qui précède, sans tenir compte des retenues, qui sont mises en réserve dans le second système de crochets placés à la partie inférieure de l'appareil; puis, par un deuxième tour de manivelle, qui fait tourner un axe à palettes le long de ce second système de crochets, on saisit tous ceux de ces crochets qui ont été déplacés dans le tour précédent, et on leur fait faire un mouvement en vertu duquel chacun d'eux augmente d'une unité le chiffre indiqué par le disque correspondant. L'axe à palettes n'agit d'ailleurs que successivement sur ces différents crochets destinés à opérer les retenues, parce que l'addition d'une unité de retenue à un chiffre quelconque peut amener une nouvelle retenue à reporter sur le chiffre suivant (dans le cas où le premier chiffre serait un 9). A cet effet, les diverses palettes, au nombre de 15, sont disposées en hélice sur l'arbre qui les porte; la seconde palette n'agit que quand la première a cessé son action, puis vient la troisième, etc.

» Après que, par ces deux tours successifs de la manivelle, les additions $y_1 + \Delta y_1$, $\Delta^2 y_0 + \Delta^3 y_0$ ont été complétement effectuées, les pièces qui portent les deux systèmes de crochets et la règle dentée en forme de peigne

prennent un petit déplacement latéral d'une quantité égale à l'épaisseur de chacun des 75 disques; de cette manière, ces diverses pièces sont disposées convenablement pour opérer, par de nouveaux tours de manivelle, les deux additions $\Delta y_1 + \Delta^2 y_1$, $\Delta^3 y_0 + \Delta^4 y_0$. Puis ces pièces, crochets et règle dentée, reviennent, par un nouveau déplacement latéral, à leur position primitive, pour opérer les additions $y_2 + \Delta y_2$, $\Delta^2 y_1 + \Delta^3 y_1$, et ainsi de suite.

» Après chacune des opérations successives que nous venons de décrire, on peut lire le long de la règle indicatrice les valeurs obtenues pour les quatre quantités y, Δy, $\Delta^2 y$, $\Delta^3 y$, en prenant pour y les premiers chiffres de chacun des 15 groupes; pour Δy, les seconds chiffres de ces groupes, etc. Mais la machine se charge d'imprimer elle-même en creux, sur une feuille de plomb ou de papier mâché, les valeurs obtenues successivement pour la fonction y. Pour cela, à côté du mécanisme dont nous venons de parler, et qui sert à effectuer les additions, se trouve un autre système de disques en acier analogues aux 75 premiers et traversés comme eux par un axe autour duquel ils peuvent tourner chacun séparément. Ces nouveaux disques sont en nombre égal à celui des chiffres de y que l'on veut conserver et imprimer. Chacun d'eux porte également dix dents saillantes en forme de caractères d'imprimerie, présentant sur leurs extrémités et en relief les dix chiffres 0, 1, 2, ... 9. Des communications de mouvement très-simples lient ces nouveaux disques à ceux des premiers disques dont ils doivent reproduire les indications; chaque fois qu'un de ces premiers disques fait $\frac{1}{10}$ de tour, il fait tourner de la même quantité celui des disques imprimeurs auquel il correspond. Lorsqu'une nouvelle valeur de la fonction y peut se lire sur les premiers disques, elle est en même temps figurée par les dents d'acier en caractères d'imprimerie qui sont rangées à côté les unes des autres et tournées vers le bas, au-dessous des nouveaux disques. Alors une petite planche mobile, recouverte d'une feuille de plomb ou de papier mâché, s'élève jusqu'au contact de ces caractères et s'appuie fortement sur eux de manière à recevoir l'empreinte du nombre qu'ils forment. Après cette impression, la planche s'abaisse et prend un petit déplacement longitudinal, de manière à recevoir bientôt l'empreinte d'un autre nombre à côté de celle qui vient déjà d'être obtenue. C'est la même manivelle qui, après avoir effectué les quatre additions composant une opération complète, produit l'impression de la nouvelle valeur de y résultant de cette opération.

» Telle est dans son ensemble et dans son mode d'action la très-ingénieuse machine dont nous avons à rendre compte à l'Académie. D'autres

machines avaient déjà été imaginées pour atteindre le même but. L'idée d'effectuer par des moyens mécaniques la suite des additions qui permettent de trouver les valeurs successives d'une fonction, en partant d'une première valeur et de quelques différences de divers ordres, a été depuis longtemps réalisée par M. Babbage, de Londres, dans la belle machine qu'il a commencée en 1823, et qui, devenue la propriété du gouvernement anglais, est déposée dans le Muséum du collége de Somerset-House. Plus tard, MM. Scheutz père et fils, de Stockholm, ont construit une machine du même genre qui a figuré très-honorablement à l'Exposition universelle de Paris, en 1855; cette machine imprimait également les nombres qu'elle avait calculés. La machine de M. Wiberg ne fait rien de plus que celle de ses compatriotes MM. Scheutz; mais les moyens mécaniques employés pour y arriver sont entièrement nouveaux. Malgré le grand nombre d'opérations partielles qui doivent être effectuées simultanément ou successivement par des organes différents, ces organes ont été si bien imaginés et si bien combinés entre eux, que la machine n'a qu'un volume extrêmement restreint. Elle est d'un emploi commode et d'une sûreté d'action aussi grande qu'on peut le désirer.

» Voyons maintenant quelle peut être son utilité. L'hypothèse que nous avons faite, que les différences quatrièmes des nombres cherchés sont toutes les mêmes, semble en restreindre beaucoup l'emploi. Une courte explication montrera qu'il n'en est rien. Supposons, par exemple, que nous voulions nous servir de la machine pour calculer et imprimer une Table de logarithmes. Les différences quatrièmes des logarithmes que doit contenir la Table ne sont pas les mêmes dans toute son étendue; aussi la machine ne peut-elle être employée pour calculer ces logarithmes d'un seul coup, en partant seulement d'un premier logarithme, et des différences du premier, du deuxième, du troisième et du quatrième ordre qui lui correspondent. Mais si l'on remarque que les différences quatrièmes successives diffèrent très-peu les unes des autres, on peut les supposer constantes dans un certain intervalle, puis constantes encore, mais avec une autre valeur, dans un autre intervalle à la suite du premier; et ainsi de suite. La machine pourra donc être employée successivement à chercher les logarithmes contenus dans chacun de ces intervalles, en partant chaque fois des cinq données numériques convenables. Les calculs étant effectués avec quinze décimales, les erreurs provenant de ce que les cinq nombres servant de base ne sont pas rigoureusement exacts, et aussi de ce que les quatrièmes différences ne sont pas rigoureusement constantes, s'accumuleront peu à peu, et les résultats con-

tiendront de moins en moins de décimales exactes ; mais si l'on veut en conserver 7 seulement dans les Tables, on pourra aller assez loin sans avoir besoin de recommencer une nouvelle série en partant de nouvelles données présentant quinze décimales exactes comme les précédentes. Ainsi on n'aura qu'à déterminer directement un certain nombre de logarithmes convenablement espacés dans toute l'étendue de la Table que l'on veut construire; la machine servira à déterminer tous les logarithmes intermédiaires. Et si, partant d'un logarithme connu, pour en déduire avec la machine tous les logarithmes suivants jusqu'à un nouveau logarithme également connu, on arrive à trouver pour ce dernier logarithme une valeur identique à celle que l'on connaît d'avance, on sera sûr que la machine n'a subi aucun dérangement, et qu'elle a donné exactement tous les logarithmes intermédiaires. D'ailleurs, les empreintes en creux qu'elle fournit sur du plomb ou du papier mâché permettant d'obtenir des clichés à l'aide desquels on peut imprimer directement les Tables qu'on veut établir, il en résulte qu'on a évité non-seulement les erreurs de calcul, mais encore les erreurs de copie et d'impression avec des caractères mobiles.

» Parmi les différences successives des valeurs d'une fonction, il y en a souvent qui sont négatives, et, pour ajouter une pareille différence à une autre qui est positive, on a à faire une véritable soustraction. Mais bien que la machine ne puisse faire autre chose que des additions, il n'en résultera aucun embarras pour l'employer; car il suffit de remplacer la différence négative par son complément pour que la soustraction à effectuer se change en une addition.

» Quand on construit une Table des valeurs successives d'une fonction en ne conservant qu'un certain nombre de décimales, 7 par exemple, on ajoute ordinairement une unité à la septième décimale lorsque la huitième, que l'on n'écrit pas, est un des chiffres 5, 6, 7, 8, 9. On peut facilement faire faire cette modification par la machine elle-même, en ajoutant simplement 5 unités à la huitième décimale de la première valeur de y dont on part, sans rien changer aux différences employées en même temps : de cette manière le 7e chiffre décimal fourni et imprimé par la machine aura toujours la valeur qu'on doit lui donner en raison de la valeur du chiffre suivant que l'on ne conserve pas (*).

» Rien ne s'oppose donc à ce que la machine dont il s'agit soit employée

(*) Cette idée est due à M. le général baron Wrede, Membre de l'Académie des Sciences de Stockholm.

à la formation des Tables de logarithmes et des autres Tables de même nature, telles que les Tables astronomiques; son emploi paraît être le moyen le plus sûr que l'on possède d'obtenir de pareilles Tables absolument exemptes d'erreurs.

» Cette machine a d'ailleurs déjà servi à calculer et à imprimer des Tables d'intérêts qui ont été publiées, et à l'aide desquelles on a pu reconnaître l'existence d'un certain nombre d'erreurs dans les Tables du même genre publiées antérieurement.

» En résumé, la machine à calculer inventée par M. Wiberg nous a paru présenter un très-grand intérêt. Nous proposons à l'Académie d'accorder son approbation à cette belle et ingénieuse machine. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant de la Section d'Économie rurale en remplacement de feu *M. Bracy-Clark*.

Au premier tour du scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. de Vibraye obtient.	46 suffrages.
M. Parade.	6

M. de Vibraye, ayant obtenu la majorité des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle soufflerie de précision munie d'un nouveau système de régulateurs de la pression de l'air et des gaz, et sur quelques applications de cet appareil à des expériences d'acoustique et à la régularisation de l'émission du gaz d'éclairage; par* **M. Ar. Cavaillé-Coll.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Pouillet, Babinet, Despretz.)

« Les nombreuses expériences auxquelles je me suis livré sur les souffleries des grandes orgues et sur les moyens de régler la pression de l'air dans les différentes parties de ce vaste instrument m'ont conduit à la découverte d'un nouveau système de régulateurs d'une grande simplicité, qui peut rendre d'utiles services, non-seulement à la construction des orgues, mais encore à toutes les industries qui ont besoin d'obtenir un écoulement constant, soit de l'air comprimé, soit du gaz en général.

» *Régulateur angulaire à poids curseur.* — Ce régulateur, dont j'ai l'honneur de placer un modèle sous les yeux de l'Académie, consiste en un petit récipient formé d'un soufflet angulaire monté sur une boîte à deux compartiments, et muni d'une soupape régulatrice directement fixée sur la paroi mobile du récipient.

» Le gaz arrive par le tube d'entrée dans le premier compartiment où se trouve la soupape régulatrice, et ne peut aller dans le deuxième compartiment, où est l'orifice de sortie, qu'en passant par l'ouverture de cette soupape dans le récipient régulateur. Il est inutile de faire observer qu'en traversant l'appareil, le gaz se trouve réglé à la pression qu'on a assignée au régulateur. La construction de cet appareil est en bois, les contours du petit soufflet sont garnis en peau de chevreau doublée de baudruche, le tout enduit d'un vernis pour boucher les pores de la peau et éviter les fuites. La soupape régulatrice, de forme lenticulaire, est également garnie de peau et recouverte de baudruche. Au-dessus de ce récipient se trouve un poids curseur qu'on peut faire varier le long d'une coulisse pour régler la pression que l'on désire avoir.

» Ce petit régulateur est très-propre aux expériences de précision; le poids curseur permet de régler la pression de l'air ou des gaz d'une manière continue, depuis zéro jusqu'à la pression initiale. Son petit volume le rend très-portatif et facile à appliquer à toutes sortes d'appareils. Indépendamment de son application à l'industrie de l'éclairage par le gaz, il peut rendre d'utiles services dans les laboratoires de chimie pour le chauffage par le gaz, à une température déterminée, et dans les cabinets de physique pour l'étude des lois sur l'écoulement des fluides aériformes et pour les expériences d'acoustique.

» Une des applications les plus intéressantes qu'on puisse faire de cet appareil est celle qui a pour objet de régler la vitesse du mouvement de la *sirène acoustique* pour déterminer le nombre absolu de vibrations d'un son donné.

» On sait que cet admirable instrument, dû au génie du savant modeste et regretté Cagniard de Latour, et qui se trouve aujourd'hui dans tous les cabinets de physique d'Europe, n'a jamais pu servir à des expériences exactes, par suite de la difficulté qu'on éprouve à régler la vitesse de son mouvement. Les souffleries ordinaires des cabinets de physique donnent une pression trop variable pour ces déterminations, et les expériences qu'on peut faire en insufflant la sirène avec la bouche sont encore plus inexactes. Au moyen de mon *régulateur à curseur*, la pression pouvant être réglée et fixée au gré de

l'expérimentateur, on peut maintenir la vitesse du mouvement et, par conséquent, l'accord pendant plusieurs minutes, et déterminer avec une très-grande exactitude le nombre absolu de vibrations d'un son donné. Pour faciliter l'expérience, je me sers d'un deuxième régulateur, placé sur la même soufflerie, et sur lequel on monte un tuyau d'orgue qu'on accorde d'abord avec le son dont on veut mesurer les vibrations.

» J'ai disposé aussi au-dessus de la sirène un petit appareil où se trouve monté un compteur à secondes, et au moyen duquel on peut accoupler ou séparer le compteur de la syrène en même temps que le compteur à secondes. De cette manière, il m'a été permis de faire des expériences qui ont duré plus de dix minutes, avec une telle exactitude, qu'en répétant plusieurs expériences les résultats n'ont jamais varié que de quelques vibrations sur 50 000 environ.

» Ce nouveau régulateur et l'appareil qui en fait le complément seront, je l'espère, bien accueillis des savants qui s'occupent de la science des sons, et la sirène acoustique deviendra, par ce moyen, le plus utile et le plus précis de tous les tonomètres connus.

» *Régulateur horizontal.* — Je nomme ce régulateur *horizontal* par opposition au régulateur *angulaire* que je viens de décrire. Il existe une application de cet appareil à la soufflerie de précision que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie.

» Cette soufflerie a été composée sur la demande de M. P. Desains pour le cabinet de physique de la Faculté des Sciences de Paris et présente un résumé des divers appareils que j'ai imaginés pour régler la pression de l'air et des gaz. Elle se compose de deux réservoirs d'air superposés, l'un à plis rentrants, l'autre à plis saillants. Les tables mobiles de ces réservoirs sont réunies de façon à rendre leur mouvement solidaire, et établir ainsi la compensation qui résulte de l'équiangle des plis renversés pour l'égalité de la pression de l'air.

» Cette soufflerie est surmontée d'un grand régulateur horizontal de notre système, servant à régler la pression de l'air des embouchures situées sur l'un des grands côtés du sommier. Les embouchures de l'autre côté du sommier reçoivent directement le vent de la soufflerie. Nous avons placé sur ces embouchures huit petits régulateurs à poids curseur de notre système et au moyen desquels on peut régler en même temps huit pressions différentes. En supprimant ces régulateurs, on a de chaque côté de la table du sommier quatorze ouvertures sur lesquelles on peut monter toute espèce de tuyaux

et d'appareils. Aux deux bouts du sommier se trouvent deux grandes embouchures à soupapes, pour faire sonner de grands tuyaux.

» Nous avons ajusté sur cette soufflerie divers tuyaux et appareils pour faire les expériences d'acoustique ci-après :

» 1° Détermination du nombre absolu des vibrations par la méthode des battements au moyen de cinq tuyaux à bouche, montés sur des régulateurs à curseur et donnant La 2, Ut 3, Ut * 3, et deux tuyaux auxiliaires C′, C″, pour compter les battements.

» 2° Même détermination du nombre absolu de vibrations au moyen de la sirène acoustique, dont la vitesse de mouvement se trouve également réglée par notre régulateur.

» 3° Étude sur le timbre. — Analyse des sons composés. — Sons résultants. — Accord complexe de seize tuyaux exactement accordés dans les rapports de la série naturelle des nombres

1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,	15,	16,	correspondants à
La,	La 1,		La 2,				La 3,								La 4,	

et les sons intermédiaires

» 4° Une deuxième série de seize tuyaux faisant suite à la précédente série et accordés dans les rapports des nombres 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 et 32.

» 5° Une troisième série de six tuyaux accordés à l'octave, faisant entendre les sons La 3, La 4, La 5, La 6, La 7 et La 8.

» Le dernier tuyau de 5 millimètres de longueur donne près de trente mille vibrations par seconde. Ce son extrême aigu peut être considéré comme la limite des sons perceptibles. On l'entend à peine isolément, mais combiné avec d'autres sons il domine l'accord le plus bruyant.

» *Nota.* — Tous ces tuyaux ont été coupés en ton au moyen de la formule que j'ai eu l'honneur de soumettre l'Académie, dans sa séance du 23 janvier 1860. Cette formule est pour les tuyaux cylindriques

$$L = \frac{V}{N} - \left(D.\frac{5}{3}\right)$$

dans laquelle

L désigne la longueur du tuyau ;
D le diamètre du tuyau ;
V la vitesse moyenne du son égale à 340 mètres par seconde ;
N le nombre de vibrations dans le même espace de temps.

» Nous joignons ci-après une Table des nombres de vibrations et des longueurs d'ondes des tuyaux mentionnés ci-dessus.

Table des nombres de vibrations et des longueurs d'ondes correspondantes des tuyaux accordés d'après le nouveau diapason normal (de 870 vibrations par seconde) et suivant les rapports de la série naturelle des nombres 1, 2, 3, etc. *à* 32.

NOMBRES.	NOTES correspondantes.	NOMBRES de vibrations.	LONGUEURS d'ondes sonores.	NOMBRES.	NOTES correspondantes.	NOMBRES des vibrations.	LONGUEURS d'ondes sonores.
		v	m			v	m
1	La.......	108,750	3,1264	17	Si♭4+..	1848,750	0,1839
2	La 1.....	217,500	1,5632	18	Si 4+...	1957,500	0,1737
3	Mi 2+...	326,250	1,0433	19	Ut 5—...	2066,250	0,1645
4	La 2.....	435 000	0,7816	20	Ut♯5—.	2175,000	0,1563
5	Ut♯3—.	543,750	0,6253	21	Ré 5—...	2283,750	0,1489
6	Mi 3+...	652,500	0,5210	22	Ré 5+...	2392,500	0,1421
7	Sol 3—..	761,250	0,4466	23	Mi♭5+..	2501,250	0,1359
8	La 3.....	870,000	0,3908	24	Mi 5+...	2610,000	0,1303
9	Si 3+..	978,750	0,3473	25	Fa 5—...	2718,750	0,1251
10	Ut♯4—.	1087,500	0,3126	26	Fa♯5—.	2827,500	0,1202
11	Ré 4+..	1196,250	0,2824	27	Fa♯5+.	2936,250	0,1158
12	Mi 4+...	1305,000	0,2605	28	Sol 5—..	3045,000	0,1117
13	Fa 4+...	1413,750	0,2405	29	Sol 5+..	3153,750	0,1078
14	Sol 4—..	1522,500	0,2233	30	Sol♯5—.	3262,500	0,1041
15	Sol♯4—.	1631,250	0,2084	31	Sol♯5+.	3371,250	0,1008
16	La 4.....	1740,000	0,1954	32	La 5.....	3480,000	0,0977
SONS EXTRÊMES. — ÉTENDUE DU La AU La 8, 10 OCTAVES ENTIÈRES.							
		v	m			v	m
GRAVES..	La.....	54,375	6,2528	AIGUS...	La 6.....	6960,000	0,0488
	Ut......	32,331	10,5160		La 7.....	13920,000	0,0244
	La.......	27,187	12,5056		La 8.....	27840,000	0,0122

SCIENCES MILITAIRES. — *Mémoire sur le télomètre et le nautomètre à prismes;* *par* **M. C.-M. Goulier.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Laugier, Morin.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil destiné à la détermination de la distance à un but inaccessible, et que j'appelle *télomètre à prismes*. Cet appareil comprend deux instruments distincts. Dans l'un sont

liés à une poignée, un prisme de verre faisant équerre à double réflexion (1), une plaque de voyant dont la ligne de foi correspond au rayon visuel de l'observateur, et une bobine dans laquelle est enroulé un fil métallique long d'une quarantaine de mètres. Par le jeu d'un verrou placé sur la bobine on peut, à volonté, réduire la longueur de la base que ce fil détermine.

» L'autre instrument est lié à l'extrémité de ce fil. Il comprend une poignée, un prisme et un voyant, comme le premier; mais derrière le voyant est fixée une coulisse horizontale dans laquelle se meut un tronçon de lentille plane convexe, fixée dans un châssis. Puis entre le prisme et cette lentille est fixée, sur la direction du rayon visuel, une petite lentille divergente de même foyer que la première; elle a pour effet de détruire la convergence produite par la première sur les rayons d'un pinceau lumineux qui la traverse, tout en laissant subsister la déviation éprouvée par l'axe de ce pinceau, de sorte que, par la visée directe, on voit les objets déviés vers la droite, comme ils le seraient par un simple prisme, et cette déviation est sensiblement proportionnelle au déplacement de la lentille. Enfin le châssis porte deux index qui marquent les distances sur deux échelles distinctes tracées sur le bord de la coulisse.

» Voici comment on se sert du télomètre. Un observateur A porte le premier instrument, et un opérateur B le second. Tous deux s'éloignent à la distance réglée par le fil, en adoptant l'une ou l'autre de ses longueurs suivant la distance à déterminer. Alors, B restant fixe, A se déplace latéralement jusqu'à ce qu'il voie l'image doublement réfléchie du but en coïncidence avec le voyant de B; et, par un cri, il avertit celui-ci qui, en déplaçant la lentille déviatrice, amène l'image réfractée du voyant de A en correspondance avec l'image du but, doublement réfléchi par son prisme. Il lit ensuite la distance sur celle des deux échelles qui correspond à la longueur de fil employé.

» L'avantage du télomètre à prismes sur les instruments analogues tient à la simplicité de ses éléments optiques, à leur précision, à leur invariabilité, et à ce que chaque opérateur agit pour son propre compte, ce qui permet d'employer l'instrument avec un but mobile, par le déplacement progressif de A. Toutefois, pour obtenir la distance d'un navire, il vaut mieux employer un instrument fixe dans lequel on diminue considérablement la base en employant une lunette qui, par son grossissement, procure

---

(1) Deux prismes du même genre, superposés, forment une équerre à prismes qui a, sur l'équerre à miroirs de Lipkens, l'avantage immense de ne jamais se déranger.

une grande diminution sur les erreurs angulaires de visée. En donnant à cette base une direction verticale, et en disposant convenablement deux prismes-équerres et une lentille déviatrice, on peut composer un bon *nautomètre à prismes* pour lequel un seul observateur est suffisant.

» Des expériences nombreuses, faites avec un télomètre d'essai, ont prouvé que, pour les distance de 1000 et 2000 mètres, le maximum d'erreur à craindre, avec des opérateurs peu exercés, est respectivement, avec le fil court, de 40 et 160 mètres, et avec le fil long, de 20 et 80 mètres. »

Le télomètre et le nautomètre décrits dans le Mémoire dont nous venons de donner l'extrait sont mis sous les yeux de l'Académie. L'auteur dépose, en outre, un second Mémoire ayant pour titre : « Étude analytique sur les appareils propres à déterminer la distance au but ».

NAVIGATION. — *Note sur les navires cuirassés; par* M. le Contre-Amiral PARIS.

(Commissaires, MM. Dupin, Morin, Clapeyron.)

« La marine vient d'éprouver des changements dans toutes ses parties, et après avoir modifié l'ancien vaisseau pour lui permettre de parcourir toutes les mers avec un surcroît de vivres, on a vu apparaître des navires à vapeur, d'abord entraînés par des roues à aubes, puis par l'hélice, qui a produit le vaisseau de guerre à vapeur. Enfin les navires cuirassés viennent de changer toutes ces conditions d'une manière plus radicale encore. De sorte qu'en moins de quarante ans la génération actuelle a vu paraître sur les mers quatre marines ne présentant entre elles que des analogies générales.

» Les perfectionnements de l'artillerie ont exercé une grande influence sur les constructions, en ce qu'on a produit des obus dont un petit nombre détruirait un vaisseau, comme le sanglant épisode de Sinope et la prompte destruction du *Cumberland* l'ont prouvé. De telles armes ne laisseraient pas aux combattants le temps de vider les questions dont ils sont les champions. On a donc repris d'anciennes expériences sur les tôles, et reconnu qu'il fallait au moins $0^{m},10$ de fer appliqué sur du bois pour résister aux boulets. Le premier essai fut celui des batteries flottantes, que la volonté éclairée de l'Empereur fit construire, malgré les difficultés inhérentes au faible tirant d'eau nécessaire pour attaquer Cronstadt. Les premières armes de ces batteries furent devant le fort de Kilbouroun, et elles prouvèrent aussitôt aux marins que le temps des bâtiments de guerre en bois était terminé.

» Mais il fallait avoir des navires de mer au lieu de ces caisses informes qu'il avait fallu traîner en Crimée pendant la belle saison. M. Dupuy de

Lôme, déjà connu par la construction du *Napoléon*, construisit *la Gloire*, qui ouvrit la quatrième période de la marine.

» De nouvelles difficultés se présentèrent, car il ne suffisait pas de retrancher les mâts et les ponts supérieurs avec leurs canons pour les remplacer par un poids égal de plaques; ce n'eût convenu qu'à une mer calme; mais avec des vagues, tout est entraîné par leur mouvement et chaque poids du navire exerce des réactions inappréciables, suivant sa position : ainsi, tandis que de vastes chaudières ou des câbles reposent sur des plates-formes dans la cale, il faut couvrir les canons de cordes, parce qu'ils sont plus éloignés du centre de rotation, et malgré ces précautions il y en a eu qui ont été jetés à la mer. Il en résulte que les 1000 tonneaux que pèse une cuirasse extérieure influent beaucoup plus sur les qualités nautiques d'un navire que la distribution des poids sur les ressorts et sur les essieux d'une voiture.

» La cuirasse est formée de plaques de fer aussi doux que possible, tenues par des boulons ou des vis à bois; les longues plaques situées au-dessus et au-dessous des sabords servent seules à la liaison du navire au moyen des clefs qui les unissent. En France, on donne $0^{m},10$ d'épaisseur en haut et $0^{m},12$ à la flottaison et au-dessous. En Angleterre, on a adopté $0^{m},125$, et les inventeurs de canons prétendent qu'ils perceront cette épaisseur; mais s'ils y parviennent dans des expériences, il est douteux que leurs pièces elles-mêmes résistent au tir prolongé nécessaire entre de tels navires.

» On a différé sur les matériaux employés à la construction du bâtiment lui-même; les Anglais ont adopté le fer; nous, le bois. Le premier permet de très-grandes constructions; il dure plus, mais il fait perdre une partie de la marche par les herbes et les coquilles qui, en peu de temps, s'attachent à sa surface et exigent des passages au bassin, ainsi que de nouvelles peintures au minium. Son plus grand défaut est de souffrir beaucoup des boulets qui, s'ils atteignaient au-dessous de la cuirasse quand le navire roule, causeraient sa perte, en dépit des nombreuses cloisons établies pour maintenir l'eau. Le bois a l'avantage d'être, pour le moment, assorti aux ressources de la France et de craindre beaucoup moins les voies d'eau par les boulets sous la cuirasse; mais celle-ci souffre de l'action galvanique du doublage en cuivre rouge, qui ronge le fer surtout près de la flottaison et avec une activité dont il y a déjà lieu d'être préoccupé. La présence du bois a été reconnue nécessaire pour soutenir les plaques, même sur la tôle du navire en fer; elle a été prouvée par l'effet d'un boulet, qui, entré par un sabord du *Frusty*, a pris le côté opposé à revers, c'est-à-dire en rencontrant d'abord le bois et en arrachant 1 mètre carré de plaque. En France, nous avons con-

struit une frégate en fer : c'est *la Couronne*, qui est entièrement cuirassée, ainsi que *la Gloire, l'Invincible* et *la Normandie*.

» Ces frégates ont 34 canons protégés, qui, par le fait, coûtent chacun 176500 francs; elles n'ont pas un seul point vulnérable et détruiraient à merci tous les navires en bois qu'elles rencontreraient. Le *Warrior*, au contraire, a une coque en fer; mais la moitié seulement de sa longueur est cuirassée; il a 28 canons protégés qui valent chacun 312 500 francs; les 22 autres sont dans des parties tellement vulnérables, qu'il n'y a pas lieu de les compter. De plus, la barre, la roue, le gouvernail, l'étambot et le haut du cadre de l'hélice sont entièrement exposés aux coups, et ces parties vitales seraient promptement détruites par un navire protégé de toutes parts.

» On peut donc affirmer que c'est en France que cette nouvelle question maritime a été le mieux résolue, puisque la cuirasse complète est maintenant adoptée sur des constructions étrangères, telles que le *Northumberland*, et deux autres de 122 mètres de long, pesant au moins 11 000 kilos et devant coûter 12 millions de francs.

» Il est curieux de connaître pourquoi on arrive forcément à des dimensions et à des dépenses aussi exagérées, et pourquoi les quarante canons de ces nouveaux bâtiments coûteront si cher relativement aux trente-quatre de *la Gloire*. C'est que, dans un navire, chaque qualité a un poids, et par suite un prix : ainsi les canons, les munitions et l'équipage sont la force; les plaques, leur épaisseur et leur étendue représentent la sécurité; la hauteur des sabords, la facilité du tir. La vitesse est l'élément le plus lourd et le plus cher, en ce que la force de la machine augmente en raison du cube du sillage. Il faut une machine huit fois aussi forte pour parcourir un espace dans la moitié du temps, et cela en brûlant quatre fois autant de charbon : ainsi l'approvisionnement de combustible est en raison de la longueur du trajet et du carré de la vitesse. Enfin, comme il faut que le navire porte tout ce qui précède, il devient plus grand et plus lourd lui-même. D'après cela on peut dire que le type *Gloire* est la solution du problème maintenu dans des limites rationnelles, et si on voulait faire des navires plus petits, il faudrait les dépouiller de leurs qualités, et en venir, soit à la protection imparfaite du *Warrior*, soit à la lenteur de marche des batteries flottantes.

» La position des poids est la plus grande différence entre les anciens vaisseaux et les nouveaux; au lieu d'étages de canons et de mâts élevés, on porte de lourdes plaques; c'est le manteau de plomb des damnés du Dante. L'excès de stabilité, pour résister aux effets obliques des voiles et même aux méprises, n'est plus nécessaire; on ne chavirera pas avec trois petites voiles goëlettes, auxquelles il a fallu se réduire, parce que, dans un

combat, l'ancien attirail de cordes et de vergues eût été un danger imminent, en ce que toute corde tombée est aspirée dans le tourbillon de l'hélice, tournée par 3000 à 4000 chevaux, et en appelle d'autres de manière à s'entortiller d'une manière inextricable autour des ailes et à annuler l'action du propulseur, comme on en a eu déjà des exemples. Mais il faut que le nouveau navire roule le moins possible, parce que, sans cela, ses coups ne sont pas plus à craindre que ceux d'un chasseur ivre, et que le défaut de la cuirasse n'est qu'à 2 mètres sous l'eau. On se figure peu la surface de carène, qui émerge à chaque coup de roulis, lorsque, après avoir soulevé un côté et imprimé le mouvement de rotation à toute la masse, la vague le laisse en l'air pour passer et agir à l'opposé. Quant au mouvement longitudinal connu sous le nom de tangage, il y a lieu d'observer qu'une vague est une petite colline mobile qui, à son arrivée, ne soulève l'avant que si celui-ci présente, au-dessus de la flottaison ordinaire, un assez grand volume pour produire, par son déplacement accidentel, un effort de bas en haut capable de remuer et faire osciller les 5600000 kilogrammes que pèse le navire, et cela dans le court espace d'une ou deux secondes. Si ce volume n'est pas suffisant, l'eau passe par-dessus et tombe en partie dans le navire, d'où les pompes seules peuvent l'extraire. Il faudra donc couvrir ces navires d'une sorte de toiture déversant l'eau à l'extérieur avec facilité, comme les paquebots légers et rapides ont été forcés de le faire pour percer les vagues comme une flèche. Pour eux, c'est le temps qui manque pour franchir la crête des vagues; pour le navire blindé, c'est en partie la force; l'une et l'autre cause agissent s'il lutte contre une grosse mer.

» A ces considérations spéciales, il convient peut-être d'en ajouter une autre également importante : en quoi ces navires modifieront-ils les guerres marines, puisque la perfection des obus en fait une nécessité? Cette question est très-difficile à résoudre, et si ces bâtiments sont considérés en présence les uns des autres, ils modifieront toute la tactique navale, et leur invulnérabilité a fait penser à employer le choc de leur masse. Ils feront disparaître les navires en bois de la surface des mers; mais ils arriveront à se détruire mutuellement, car il faut admettre comme un axiome qu'il faut craindre ses semblables et qu'entre semblables la force est au nombre, c'est-à-dire au budget le plus élevé. Ce qu'ils présentent de plus nouveau est le changement en leur faveur de la force relative de la terre et de la mer, et ils viennent se placer sur un pied d'égalité dont le vaisseau en bois était très-éloigné. Les escadres combinées n'ont fait qu'une diversion contre Sébastopol, tandis que les trois batteries, avec leurs onze canons battants chacune, sont venues se poster à petite distance et ont réduit Kilbouroun.

D'après cela, il n'y a plus de rades fermées, plus de villes du littoral protégées, puisque ces navires lancent des projectiles à 5000 mètres de distance et ne les craignent pas à moins de 100 mètres. Les débarquements, déjà rendus si difficiles par l'adoption des machines à vapeur, le sont devenus encore plus, car si on renfermait mille hommes ou cent chevaux dans un de ces navires, qui dès lors serait trop encombré pour employer ses canons, il faudrait en sortir pour aller à terre dans des canots.

» De plus, la disparition forcée des voiles entraîne à faire les trajets entiers à la vapeur, et comme on n'a que cinq ou six jours à onze ou douze nœuds, ou dix ou douze jours à huit nœuds, on ne saurait aller loin sans posséder des dépôts de charbon, en pays amis. Il en résulte que jamais la guerre maritime n'aura été plus localisée.

» D'après ces conditions générales, il est difficile d'établir ce qui est le plus avantageux à la France; mais quelles que soient les conséquences à venir, il y a lieu de remarquer que nous sommes tellement en avance sur les autres nations, qu'il en résulte pour le moment une supériorité marquée. Tel est à peu près l'état de la marine actuelle; il est impossible de dire combien il durera, tant les nations font de dépenses et d'efforts pour améliorer leur matériel naval. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

« M. **Milne Edwards** entretient l'Académie des résultats obtenus pendant un voyage à Bangkok, par M. Bocourt, zoologiste attaché au Muséum d'Histoire naturelle, et chargé d'une mission scientifique dans le royaume de Siam. Les collections formées par ce voyageur sont exposées dans une des salles du Muséum et présentent beaucoup d'intérêt. Les nombreux dessins faits par M. Bocourt et les photographies qu'il a rapportées sont placés sous les yeux de l'Académie. »

Une Commission, composée de MM. Milne Edwards, Valenciennes, Decaisne, Quatrefages et Blanchard, est chargée de l'examen des collections et des Notes de M. Bocourt.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur la théorie des nombres premiers considérés dans les progressions arithmétiques; par* **M. F. Moret.**

(Commissaires, MM. Liouville, Lamé, Bertrand.)

Ce Mémoire, adressé de Fribourg et transmis par M. le Ministre de la Con-

fédération helvétique, est accompagné d'une Lettre d'envoi de l'auteur dont nous extrayons les passages suivants :

« Les recherches des géomètres sur la théorie des nombres et les miennes propres, que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer en partie à votre Académie, ont fait reconnaître que l'exposition de cette branche si difficile de l'algèbre se simplifie considérablement par l'usage de ce postulatum que toute progression arithmétique indéfinie, dont les termes sont des nombres entiers sans diviseur commun, renferme au moins un nombre premier. J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que je suis parvenu, sans recourir à la considération des carrés ou des formes quadratiques, mais par une voie assez simple, à démontrer non-seulement ce postulatum, mais le théorème très-général que voici : « Dans toute progression arithmétique indéfinie, » dont les termes sont des entiers sans diviseur commun, la somme des » inverses des termes qui sont des nombres premiers est infinie ». J'ai donné cette démonstration dans le Mémoire ci-joint que je me réserve le droit d'imprimer.... »

En terminant sa Lettre, l'auteur rappelle une Note précédemment adressée et mentionnée au *Compte rendu* de la séance du 4 juillet 1859, sous le titre de : « Recherches sur l'arithmétique de Diophante et de Fermat » ; il prie qu'on y veuille bien faire les rectifications suivantes : 1° supprimer l'indication de la valeur de ce qu'il a représenté par ω ; 2° supprimer le théorème VI sur la formule

$$x^2 + y^2 + 23z^2.$$

Ces rectifications seront transmises à M. Hermite qui avait été chargé de prendre connaissance de la Note de M. Moret.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sels employés pour rendre ininflammable la fibre végétale ; par* **MM. F. Versmann** *et* **Oppenheim**. (Extrait présenté par M. Payen.)

(Commissaires, MM. Payen, Velpeau, Rayer.)

« La présentation faite à l'Académie, le 25 janvier dernier, d'une Note de M. A. Chevalier, nous amène à prier l'Académie de vouloir bien recevoir et examiner une brochure qui traite le même sujet, et dont la partie essentielle a été communiquée à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, le 15 septembre 1859. D'après les procédés que nous recommandons, on fabrique maintenant des étoffes non inflammables, dont nous serions heureux d'offrir des échantillons à l'Académie. C'est du tra-

vail de Gay-Lussac que nous sommes partis pour faire des recherches semblables avec une méthode précise. Ainsi nous avons déterminé, pour un grand nombre de sels, combien de chacun d'eux doit être dissous dans l'eau, pour qu'une pièce d'une certaine mousseline, trempée dans cette solution et desséchée après, reste non inflammable. Tous les sels qui ont semblé applicables dans l'industrie ont été ensuite examinés industriellement dans les fabriques de M. Walter Crum et de MM. Cochran et Dewar, à Glasgow, et dans divers établissements de blanchissage à Londres.

» Trois sels seulement, après cet examen pratique, ont été admis comme applicables dans l'industrie. Ce sont le sulfate et le phosphate ordinaire d'ammoniaque et le tungstate neutre de soude. Les deux premiers ne supportent pas la chaleur du repassage sans se décomposer ; mais ils sont applicables dans les fabriques où les étoffes sont apprêtées par l'action de l'air chaud ou de cylindres chauffés par la vapeur. Ils n'attaquent sensiblement ni la fibre, ni les couleurs stables des étoffes. Le phosphate d'ammoniaque peut être mêlé sans perdre beaucoup de son efficacité avec la moitié de son poids de chlorhydrate d'ammoniaque. Il faut dissoudre 20 pour 100 de ce mélange pour avoir une solution efficace. On obtient le même résultat avec une solution de 7 pour 100 de sulfate d'ammoniaque. Ce dernier est donc le sel le plus économique qu'on puisse proposer à l'industrie. Dans le cas seulement où le procédé du repassage est inévitable, c'est-à-dire pour l'usage des blanchisseries, une solution de 20 pour 100 de tungstate de soude doit lui être préférée. Pour être tout à fait sûr du procédé, on applique toutes ces solutions aux étoffes, après qu'elles ont été empesées et desséchées, parce que l'amidon est toujours employé dans une solution plus étendue que celle que demandent les sels. Les tungstates acides détruisent la fibre du coton, comme font le borax, l'alun et plusieurs autres substances qui ont été antérieurement recommandées.

» Le tungstate de soude est préparé dans le Cornwall, où les mines d'étain fournissent de grandes quantités de wolfram. Un fabricant de Plymouth, M. Oxland, a le premier appliqué ce minéral dans l'industrie. Après avoir fondu le minéral avec un excès de carbonate de soude, il dissout cette masse dans l'eau et obtient par une ou deux cristallisations de beaux cristaux de monotungstate de soude. Il fait usage de ce sel pour faire du tungstate de plomb, précipité blanc qui peut remplacer le carbonate de plomb comme pigment. A l'exposition de Londres de l'année dernière, M. Versmann a exposé d'autres couleurs obtenues par ce sel : un jaune

(l'acide tungstique), un bleu (l'oxyde de tungstène), un brun bronzé (le tungstate double de sodium et de tungstène) et un violet bronzé (le tungstate de potassium et de tungstène). On applique en outre le tungstène dans la fabrication de l'acier et le tungstate de soude comme mordant. Toutes ces applications n'ont pas encore haussé considérablement le prix de ce sel, qui varie de 12 à 18 livres sterling le tonneau anglais de 2240 livres, de 300 à 450 fr. les 100 kilos.

» Dans toutes les fabriques d'Angleterre on fait l'apprêt des étoffes sans repassage, en les distendant et en les agitant pendant qu'on les expose à une ventilation forte et une température de 30° environ. Dans toutes ces fabriques le sulfate d'ammoniaque est préférable à tout autre moyen. Le prix de ce sel est d'environ 14 livres sterling par tonne. Toutes les usines de gaz, en Angleterre, convertissent leur ammoniaque en sulfate, dont le principale emploi est comme engrais. »

M. Coulvier-Gravier soumet au jugement de l'Académie un *Album météorologique*.

« Dans cet Album, dit-il, j'ai représenté graphiquement les courbes des étoiles filantes, de leurs perturbations avec leurs diverses résultantes, et également les courbes représentant le niveau des eaux de la Seine au-dessus ou au dessous de l'étiage, à toutes les époques de l'année. L'Album renferme les années de 1842 à 1862 inclusivement. On y trouve :

» 1° La courbe et la résultante des directions affectées par les étoiles filantes dans une année entière, puis les divisions des résultantes de quatre en quatre mois; de cette manière on voit mieux les périodes des hautes et des basses eaux ;

» 2° La courbe et la résultante des perturbations pour une année entière, et également leurs divisions de quatre en quatre mois ;

» 3° En regard de ces courbes, les courbes représentant le niveau pour chaque année des eaux de la Seine, niveau pris chaque jour à l'échelle du pont Royal par les soins de la division des Ponts et Chaussées du département de la Seine confiée à M. Belgrand.

» En comparant ces diverses courbes, on y trouve la concordance existant entre les produits météoriques que nous subissons et les signes précurseurs fournis à l'avance par les étoiles filantes.

» J'ai donné dans cet Album les courbes générales du phénomène des

étoiles filantes pour le 1er mai et pour le 31 décembre, et j'ai donné également les courbes des perturbations. Il résulte de leur examen que la forme de ces courbes, de leurs résultantes, est à très-peu de chose près la même au 1er mai qu'au 31 décembre. J'ai construit une petite courbe représentant les apparitions exceptionnelles des 9, 10, 11 août.

» En examinant les courbes générales des étoiles filantes, je me suis reporté au Rapport que M. Arago a fait au commencement de l'année 1847 sur le Catalogue des observations des étoiles filantes par les Chinois, présenté à l'Académie des Sciences par M. Édouard Biot. M. Arago faisait connaître à l'Académie ce résultat singulier, c'est que de 920 à 1275 les étoiles filantes observées à cette époque venaient principalement des directions S.-E. au S.-O. par le S. Que voyons-nous aujourd'hui? ce qui a été signalé par les Chinois pendant plus de trois siècles. Durant cette longue période, les Chinois ont rapporté que les grandes apparitions d'étoiles filantes étaient souvent troublées et même qu'elles disparaissaient quelquefois entièrement. Aujourd'hui nous voyons les maximum diminuer, et même la grande apparition de novembre disparue. Mais comme nous ne possédons pas de périodes assez longues de ce genre d'observations, nous ne pousserons pas plus loin la comparaison des périodes. »

(Commissaires, MM. Babinet, Faye, Delaunay.)

M. **Boudin** adresse une Note ayant pour titre : « *De l'influence de l'âge relatif des parents sur le sexe des enfants* ».

« Il résulte de cette étude, dit l'auteur dans la Lettre d'envoi : 1° que le sexe masculin prédomine quand le père est plus âgé que la mère ; 2° que le sexe féminin prédomine quand la mère est plus âgée que le père ; 3° que les deux sexes tendent à s'équilibrer, cependant encore avec une légère prédominance du sexe féminin, quand le père et la mère sont du même âge. D'autres observateurs sont arrivés aux mêmes résultats que moi, en faisant des recherches sur d'autres points du globe. Parmi ces observateurs, je me bornerai à citer M. Hafacker à Tubingue, M. Sadler en Angleterre, M. Goehlert à Vienne, M. Boulanger à Calais. »

Commissaires précédemment nommés : MM. Andral, Rayer, Bernard, Bienaymé.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel met sous les yeux de l'Académie la première livraison d'une publication intitulée : « Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse, publiés aux frais de la Confédération ».

Ce premier envoi, fait au nom d'une Commission spéciale prise dans le sein de la Société helvétique des Sciences naturelles, se compose : 1° d'un texte in-4° contenant l'avant-propos de la Commission et la description du Jura bâlois, par M. le professeur Alb. Müller; 2° d'un Atlas renfermant la Carte coloriée du même district, en quatre feuilles à l'échelle de $\frac{1}{50,000}$.

M. Daubrée est invité à prendre connaissance de cet ouvrage et à en faire l'objet d'un Rapport verbal.

M. le Secrétaire perpétuel signale encore comme pièce imprimée, mais non publiée, le Prospectus d'une Société ayant pour but de fonder, au moyen d'un certain nombre de souscriptions, une *École de chimie pratique*.

« A la suite de la dernière exposition de Londres, dit, dans une Lettre jointe à cet envoi, *M. Menier*, parlant au nom des premiers souscripteurs, plusieurs manufacturiers ont pensé que la chimie, qui rend déjà tant de services à l'industrie, lui en rendrait encore davantage si l'enseignement de cette science était complété par l'enseignement du laboratoire. Ils ont conçu par suite le projet de fonder une École pratique de chimie, réalisant ainsi une pensée émise par Thenard, dans une Note qui date de l'an VIII. Ils espèrent que l'Académie verra leurs efforts avec bienveillance. »

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la formation de quelques hydrogènes carbonés; par* **M. Ad. Wurtz.** (Présenté par M. Balard.)

« J'ai fait voir, il y a quelque temps, que, par la réaction du zinc-éthyle sur l'iodure d'allyle, il se forme divers hydrogènes carbonés parmi lesquels on remarque un carbure C^5H^{10} possédant le point d'ébullition et la densité de vapeur de l'amylène. Ce corps prend naissance évidemment, en vertu d'une synthèse régulière, par l'union de l'éthyle du zinc-éthyle avec l'allyle de l'iodure d'allyle :

$$C^2H^5 + C^3H^5 = C^5H^{10}.$$

» Il n'est point le seul carbure d'hydrogène formé dans cette réaction,

qui donne naissance, je m'en suis assuré par l'analyse, aux hydrogenes carbonés suivants :

$$C^2H^4, \quad C^3H^6, \quad C^5H^{10}, \quad C^5H^{12}, \quad C^6H^{10}, \quad C^{10}H^{20}.$$

» Les deux premiers sont de l'éthylène et du propylène qui ont été analysés à l'état de bromures. Ils sont accompagnés d'autres gaz non absorbables par le brome, et qui sont formés probablement par de l'éthyle et de l'hydrure d'éthyle. L'éthylène et le propylène sont le produit de la réaction réciproque des groupes éthyle et allyle

$$C^2H^5 + C^3H^5 = C^2H^4 + C^3H^6.$$

» Le carbure C^5H^{12} possède le point d'ébullition et la composition de l'hydrure d'amyle. Je l'ai isolé et analysé.

» Le carbure C^6H^{10} est l'allyle $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\C^3H^5\end{matrix}\right\}$ de M. Berthelot. Il bout à 59°. Il est caractérisé par la propriété qu'il possède de former avec le brome un tétrabomure solide $C^6H^{10}Br^4$.

» Le carbure $C^{10}H^{20}$ a pu être isolé en soumettant à la distillation fractionnée les hydrocarbures les moins volatils. Sa densité de vapeur a été trouvée par l'expérience 4,80. La densité de vapeur théorique du diamylène est 4,847.

» Le carbure dont il s'agit a passé a la distillation vers 160°. Il possède, comme le diamylène, la propriété de se combiner énergiquement avec le brome. Il s'est formé évidemment par la condensation de deux molécules du carbure C^5H^{10}.

» Indépendamment de ces hydrogènes carbonés, la réaction dont il s'agit donne encore naissance à d'autres carbures bouillant à des températures supérieures à 200° et renfermant moins d'hydrogène que n'en exige la formule C^2H^{2n}. La formation de ces carbures, moins riches en hydrogène, explique celle du carbure C^5H^{12}, qui est plus riche en hydrogène que les carbures moyens C^2H^{2n}.

» Mais le principal objet de ce nouveau travail était la comparaison des propriétés du carbure C^5H^{10} formé par l'action du zinc-éthyle sur l'iodure d'allyle avec les propriétés de l'amylène, qui prend naissance par l'action du chlorure de zinc sur l'alcool amylique :

» 1° Ce carbure C^5H^{10} possède, comme l'amylène, la propriété de se combiner avec le brome pour former un bromure $C^5H^{10}Br^2$ bouillant vers 180°. Le carbure C^5H^{12} mêlé avec le carbure C^5H^{10}, et qui ne se combine

pas avec le brome, a pu être séparé par distillation du liquide bromé (1). Il bout à 28°, point d'ébullition de l'hydrure d'amyle.

» 2° Le bromure $C^5H^{10}Br^2$ a été transformé en amylglycol $C^5H^{12}O^2$, qui a été analysé.

» 3° Une autre portion de ce bromure, traitée par la potasse alcoolique, s'est dédoublée en acide bromhydrique et en amylène bromé C^5H^9Br.

» 4° Le carbure C^5H^{10} se combine avec l'acide iodhydrique et forme un iodhydrate C^5H^{10}, HI qui a été soumis à l'analyse (2). Comme l'iodhydrate d'amylène, ce corps réagit à la température ordinaire sur l'acétate d'argent, en formant de l'iodure d'argent, et en régénérant en grande partie le carbure primitif.

» On voit que le carbure C^5H^{10} dont il s'agit possède toutes les propriétés de l'amylène. Comme celui-ci, il peut, à l'état naissant, doubler sa molécule pour former le carbure $C^{10}H^{20}$. J'ai cru pouvoir le désigner sous le nom d'*amylène* dans la première Note que j'ai publiée sur ce sujet, et je pense que cela est encore permis aujourd'hui.

» Néanmoins, la question d'isomérie entre ce carbure d'hydrogène et l'amylène, question que j'ai soulevée dans ma première communication, ne me paraît pas encore définitivement résolue par mes recherches; car il peut exister des isoméries tellement fines, qu'il serait impossible de les découvrir par des expériences du genre de celles que j'ai pu instituer.

» La théorie prévoit de telles isoméries, et j'ai fait remarquer antérieurement qu'un carbure $\left\{ \begin{array}{l} C^4H^7 \\ CH^3 \end{array} \right.$ pourrait être isomérique avec le carbure $\left\{ \begin{array}{l} C^3H^5 \\ C^2H^5 \end{array} \right.$, formé par l'action du zinc-éthyle sur l'iodure d'allyle.

» Ces formules expriment le mode de formation des carbures dont il s'agit, et, considérées comme formules typiques, elles ne préjugent rien sur leur constitution intime. Il se peut, en effet, que ces deux carbures soient identiques; car, au moment de la réunion des deux groupes, il peut s'accomplir un mouvement moléculaire qui fixe la constitution, et que la formule typique est impuissante à exprimer. Mais les deux formules dont il s'agit pourraient aussi indiquer une distribution irrégulière des atomes

---

(1) On sait que l'amylène formé par l'action du chlorure de zinc sur l'alcool amylique est toujours mélangé avec de l'hydrure d'amyle.

(2) Le point d'ébullition de cet iodhydrate était supérieur de quelques degrés à celui de l'iodhydrate d'amylène. Mais il renfermait quelques traces d'un iodure moins volatil dont on l'avait séparé par distillation, et qui a pu élever le point d'ébullition.

d'hydrogène entre les atomes de carbone dans le carbure C^5H^{10}. C'est ce point que nous voulons développer en terminant.

» L'hypothèse la plus simple que l'on puisse faire sur la constitution de l'amylène consiste à supposer que les atomes du carbone, entourés des atomes plus légers de l'hydrogène, comme de satellites, sont combinés chacun avec 2 de ces atomes d'hydrogène.

» Cette hypothèse est exprimée par la formule :

$$\begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \\ CH^2 \\ CH^2 \\ CH^2 \end{matrix}$$

» Or, puisqu'il est nécessaire, pour que les affinités du carbone soient saturées, que chaque atome de ce corps, qui est tétratomique, soit combiné avec 4 unités de combinaison, on voit que, des 5 atomes de carbone, seuls les 3 intermédiaires sont complétement saturés ; car chacun d'eux est combiné avec 2 atomes d'hydrogène et échange 1 unité de combinaison avec les 2 atomes de carbone voisins. Mais les 2 atomes de carbone placés aux extrémités n'échangent chacun avec son unique voisin qu'une seule unité de combinaison. Il en résulte qu'ils ne sont point saturés et que la saturation ne sera complète que lorsque chacun de ces atomes de carbone aura fixé une 4e unité de combinaison. Voilà pourquoi le groupe tout entier, c'est-à-dire l'amylène, peut se combiner avec 2 atomes de brome ou de chlore. Sans vouloir représenter la position exacte des atomes, on indique par la formule précédente cette circonstance que 3 atomes de carbone sont en relation étroite entre eux et avec les 2 autres, tandis qu'il n'en est pas de même pour les 2 derniers atomes, ceux des extrémités, entre lesquels on peut supposer qu'il existe une plus grande distance ou une lacune.

» Mais on conçoit aussi que les atomes d'hydrogène soient irrégulièrement partagés entre les atomes de carbone. Sans vouloir épuiser les hypothèses qu'on peut faire à cet égard, nous nous bornerons à en indiquer une seule.

» On peut supposer que les atomes d'hydrogène sont distribués de telle manière que 3 atomes de carbone soient combinés chacun avec 2 atomes d'hydrogène, que le 4e atome de carbone soit combiné avec 1 atome d'hydrogène, et le 5e avec 3. On peut admettre de plus que, suivant la place qu'occupe dans la molécule l'atome de carbone qui n'est combiné qu'avec

1 atome d'hydrogène, la structure de cette molécule est différente et qu'il doit exister dans cette molécule des lacunes qui sont indiquées par les accents ′ et ″ et par les traits horizontaux.

$\underline{(\mathrm{C\,H})''}$	$(\mathrm{C\,H^2})'$	$(\mathrm{C\,H^2})'$	$(\mathrm{C\,H^2})$
$\mathrm{C\,H^2}$	$\underline{(\mathrm{C\,H})'}$	$\mathrm{C\,H^2}$	$\mathrm{C\,H^2}$
$\mathrm{C\,H^2}$	$\mathrm{C\,H^2}$	$\underline{(\mathrm{C\,H})'}$	$\mathrm{C\,H^2}$
$\mathrm{C\,H^2}$	$\mathrm{C\,H^2}$	$\mathrm{C\,H^2}$	$\mathrm{C\,H^2}$
$\mathrm{C\,H^3}$	$\mathrm{C\,H^3}$	$\mathrm{C\,H^3}$	$\overline{\mathrm{C\,H^3}}$
$\left\{\begin{matrix}\mathrm{C\,H}\\ \mathrm{C^4H^9}\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}\mathrm{C^2H^3}\\ \mathrm{C^2H^7}\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}\mathrm{C^3H^5}\\ \mathrm{C^2H^5}\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}\mathrm{C^4H^7}\\ \mathrm{C\,H^3}\end{matrix}\right.$

» Ces formules expriment quatre arrangements moléculaires différents, et par conséquent quatre états isomériques. Mais, quel que soit l'arrangement moléculaire, on voit qu'en aucun cas le groupe tout entier, c'est-à-dire le carbure $\mathrm{C^5H^{10}}$, n'est saturé. Il en résulte que la propriété qu'il possède de se combiner avec 2 atomes de brome ou avec 1 molécule d'acide iodhydrique est indépendante de la structure moléculaire des carbures $\mathrm{C^5H^{10}}$, et que les combinaisons ainsi formées peuvent être aussi différentes par l'arrangement moléculaire que les carbures isomériques eux-mêmes; car le brome d'un côté, l'hydrogène et l'iode de l'autre, se fixeront dans ces parties de la molécule où il existe des *lacunes*, suivant l'expression que nous avons employée plus haut. Mais on conçoit aussi d'un autre côté que, bien que différant par leur structure moléculaire, ces combinaisons soient singulièrement rapprochées par leurs propriétés. Voilà pourquoi j'ai dit plus haut qu'il peut exister des isoméries tellement fines, qu'il serait impossible de les constater par des expériences du genre de celles que j'ai pu instituer et qui sont relativement grossières lorsqu'il s'agit de décider des points aussi délicats de la science. »

CHIMIE. — *Action de l'ammoniaque sur la poudre-coton. Nouvelle réaction propre aux nitrates; par* **M. Ernest Guignet.**

« Les travaux si remarquables de M. Paul Thenard et de M. Schutzenberger nous ont appris que l'ammoniaque peut agir sur certaines matières organiques neutres, notamment sur le coton, en produisant des substances brunes fortement azotées. J'ai fait une observation du même genre, relativement à la poudre-coton, avec cette différence que la réaction est tellement facile, qu'il n'est pas nécessaire d'opérer sous pression à une température supérieure à 100°. Il suffit de faire bouillir dans un ballon de la

poudre-coton avec de l'ammoniaque liquide pour l'attaquer complétement au bout de deux heures. On peut d'ailleurs condenser dans l'eau ou l'alcool le gaz ammoniac qui se dégage pendant l'opération.

» J'ai fait bouillir la liqueur brune ainsi obtenue, de manière à chasser l'excès d'ammoniaque; en ajoutant quelques gouttes d'acide acétique, la plus grande partie de la matière brune se précipite. En la traitant à froid par une dissolution de soude caustique, on la dissout complétement et on la sépare ainsi d'une très-petite quantité de poudre non attaquée.

» Ayant de nouveau précipité la matière brune par l'acide acétique et l'ayant lavée avec de l'eau pure (qui n'en dissout qu'une petite quantité), j'ai constaté que cette matière est fortement azotée. Elle est soluble dans les alcalis et dans les acides concentrés; elle présente donc les mêmes caractères que les corps analogues déjà décrits.

» La liqueur de laquelle la matière brune a été séparée possède encore une teinte brune; l'acétate neutre de plomb y forme un précipité brun et l'eau mère ne présente plus qu'une faible teinte jaune.

» Ayant alors ajouté du sous-acétate de plomb, j'ai obtenu un précipité blanc, extrêmement abondant, formé en grande partie d'un nitrate de plomb bibasique $AzO^5 2PbO, HO$, déjà connu des chimistes.

» J'ai vérifié directement que ce sel se produit par l'action du sous-acétate de plomb sur un nitrate quelconque. Il est peu soluble dans l'eau froide et se sépare aisément sous la forme d'une poudre cristalline. On peut d'ailleurs le faire cristalliser par refroidissement d'une dissolution bouillante.

» Comme les nitrates ne donnent aucun précipité caractéristique avec les réactifs ordinaires, l'action du sous-acétate de plomb pourra, je pense, servir à les reconnaître et même à les séparer dans certains cas. Une liqueur qui renferme seulement 1 pour 100 de nitre donne un précipité sensible avec le sous-acétate de plomb. Quand on précipite ce dernier sel par le nitrate de plomb, l'eau mère retient en dissolution une combinaison d'acétate et de nitrate de plomb qui cristallise en longues aiguilles, et que je m'occupe de soumettre à l'analyse.

» En résumé, outre la production d'une matière brune azotée, l'action de l'ammoniaque sur la poudre-coton donne lieu à la formation d'une grande quantité de nitrate d'ammoniaque. J'ai constaté aussi la présence du nitrite d'ammoniaque dans cette réaction.

» C'est la poudre-coton préparée pour collodion photographique que j'ai employée dans mes expériences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation des anhydrides des acides monobasiques; par* **M. H. Gal.** (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

« L'éther chlorhydrique, en réagissant sur les oxydes et les sulfures métalliques, donne, comme on le sait, naissance à l'éther ordinaire et au sulfure d'éthyle. Ses divers homologues se comportent exactement de la même manière. Ces réactions ont amené à rechercher comment les chlorures d'acides se comporteraient dans des circonstances analogues. Je ne parlerai dans cette Note que de l'action des oxydes métalliques sur les chlorures d'acétyle et de benzoïle, me réservant d'étudier plus tard l'action des sulfures sur ces mêmes corps.

» Si l'on verse du chlorure d'acétyle sur de la chaux hydratée puis calcinée, la réaction est des plus vives. La chaux devient même incandescente lorsqu'on fait intervenir une trop grande quantité de liquide. L'oxyde de plomb au contraire est faiblement attaqué par le chlorure d'acétyle, même à la température de 100 ou de 150°. Entre ces deux corps dont l'action est ou trop vive ou trop peu énergique, il fallait trouver un autre oxyde qui réagît avec plus de régularité sur le chlorure d'acétyle. La baryte caustique remplit parfaitement cette condition.

» Si l'on introduit un équivalent de chlorure d'acétyle et un équivalent de baryte anhydre dans des tubes que l'on scelle à la lampe, la réaction commence à froid et se trouve complétement achevée après quelques heures d'exposition au bain-marie. Si l'on distille alors le contenu des tubes, la température s'élève rapidement et reste bientôt stationnaire vers 137°. Le liquide qui passe à cette température présente tous les caractères de l'acide acétique anhydre. Soumis à l'analyse, il a fourni les résultats suivants :

» $0^{gr},417$ de substance ont donné 0,711 d'acide carbonique et 0,220 d'eau, ce qui correspond à la composition :

C.......	46,9
H.......	5,9

La formule $C^4H^3O^3$ exige

C^4.......	47,1
H^3.......	5,8

» L'oxyde de plomb réagit sur le chlorure de benzoïle à la température

de 150°, mais, comme précédemment, c'est la baryte caustique qui fournit les meilleurs résultats.

» Si l'on chauffe entre 140 et 150° un équivalent de chlorure de benzoïle et un équivalent de baryte, la réaction est complète au bout de vingt heures environ. Le liquide retiré des tubes encore chauds ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline; on constate en même temps la formatiou d'une grande quantité de chlorure de baryum. Les cristaux distillent au-dessus de 300°. Ils ont présenté tous les caractères de l'acide benzoïque anhydre, ainsi que sa composition. En effet, 0gr,358 de substance ont fourni 0,973 d'acide carbonique et 0,141 d'eau, ce qui donne

C.	74,1
H.	4,4

La formule $C^{14} H^5 O^3$ exige

C.	74,3
H.	4,4

» La formule de la réaction peut s'écrire de la manière suivante

$$C^{14} H^5 O^2 Cl + BaO = C^{14} H^5 O^3 + BaCl.$$

Mais il est évident, d'après les travaux de Gerhardt, qu'il faut admettre dans cette réaction deux temps parfaitement tranchés : dans le premier il y aurait formation de chlorure de baryum et de benzoate de baryte, tandis que dans le second le chlorure de benzoïle réagirait sur le benzoate formé pour engendrer l'acide benzoïque anhydre.

» Pour assurer le succès de ces expériences, il faut éviter d'employer un excès d'oxyde, les acides anhydres étant décomposés dans ces conditions.

» Ces recherches ont été exécutées à l'École Polytechnique dans le laboratoire de M. Cahours. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur deux nouveaux types de nuages observés à la Havane, dénommés* Pallium (Pallio-cirrus et Pallio-cumulus) *et* Fracto-cumulus; *extrait d'une Lettre de* **M. Poey** *à* M. Élie de Beaumont.

« Le seul travail fondamental qui ait été produit jusqu'ici sur les nuages, en dehors de la cause première de leur suspension et de leur constitution intime, est certainement la belle classification imaginée en 1802 par Luke Howard. Les types principaux qui ont servi de base à sa nomenclature ont été, comme l'observe M. Kœmtz, très-heureusement choisis en ce sens qu'ils se rattachent à des modifications atmosphériques antérieures, et nous

fournissent en même temps des indications sur les changements de temps à venir.

» Après soixante ans presque révolus aucune nouvelle tentative de ce genre n'ayant été faite, sauf la détermination des *strato-cumulus* proposée par M. Kœmtz, aujourd'hui, je viens signaler l'existence de deux nouveaux types de nuages, que l'on observe dans tout leur développement sous la latitude de la Havane, types qui n'ont pas encore été suffisamment distingués des autres modifications.

» Je distinguerai le premier de ces types par la dénomination de *pallium*. Suivant leurs caractères généraux, comme l'indique l'expression, les pallium offrent l'apparence d'un manteau ou d'un voile d'une dimension considérable, d'une texture très-serrée, ayant ses bords nettement déterminés, d'une marche excessivement lente, embrassant au delà de l'étendue de la voûte du ciel visible.

» Les pallium, étant uniquement le produit des cirrus ou des cumulus, se subdivisent encore en *pallio-cirrus* et en *pallio-cumulus*, suivant leur origine, leur nature et leurs propriétés météorologiques, que voici :

» Les *pallio-cirrus*, outre les caractères généraux déjà signalés, sont d'une couleur blanc-perle, d'une texture plus serrée, plus lents dans leurs mouvements et plus élevés que les pallium qui dérivent des cumulus, bien qu'ils se présentent au-dessous des cirrus purs. Ils sont impénétrables aux rayons solaires, et la lumière diffuse qu'ils réfléchissent n'offre aucune trace de polarisation, lorsque ce type est parfaitement caractérisé. Alors ils apparaissent généralement vers l'horizon S.-O., accusant la présence du courant *équatorial* supérieur, et déterminent la chute de la pluie tant qu'ils demeurent au-dessus et en regard d'une seconde couche inférieure ou de pallio-cumulus.

» A leur approche le baromètre baisse, le thermomètre monte, l'humidité relative augmente, la tension de la vapeur d'eau diminue, et le vent à la surface de la terre ne tarde pas à souffler de cette direction.

» Les *pallio-cumulus*, au contraire, sont d'une couleur noirâtre ou d'ardoise, moins compactes, plus rapides, moins hauts que les antérieurs, mais comme eux ils sont encore plus élevés que les cumulus purs qui les engendrent. Parfois, lorsqu'ils sont moins serrés, ils offrent quelques traces très-faibles de lumière polarisée. Dans leur développement complet ils apparaissent vers une direction inverse aux premiers, c'est-à-dire du N.-E., et accusent alors le courant *polaire* qui se propage dans une couche inférieure. A leur approche on observe des manifestations inverses à celles qui

caractérisent les *pallio-cirrus :* le baromètre monte, le thermomètre descend, l'humidité relative diminue, la tension de la vapeur d'eau augmente, mais le vent ne tarde point aussi à souffler de cette direction.

» Les deux apparitions de pallium les plus remarquables qui eurent lieu dans le courant de l'année passée furent les suivantes : le 18 mars à 10 heures du matin le bord antérieur d'un *pallio-cirrus* commença à envahir l'horizon S.-O. Ce manteau couvrit par degrés toute l'étendue du ciel, sauf une partie du premier et du quatrième cadran, et disparut complétement à 8 heures du soir vers le S.-E., où son bord postérieur se perdit de vue ; il avait donc mis dix heures à traverser notre horizon apparent. Pendant ce temps, il y avait encore un contre-courant supérieur rendu uniquement sensible par la résistance qu'il opposait à la marche du *pallio-cirrus* vers la région du N. et par l'apparition entre 5 et 6 heures du matin de quelques fragments de cirrus du N.-O. très-rapides. Ces fragments reparurent à midi, mais au-dessous des *pallio-cirrus*, et paraissaient être d'égale force que le courant du manteau de cirrus ; celui-ci demeura stationnaire jusqu'à 4 heures du soir que le premier l'emporta sur ce dernier, de telle sorte que le *pallio-cirrus* fut refoulé vers le zénith et disparut à 8 heures à l'horizon S.-E., ayant une inclinaison de l'O.-S.-O. au N.-E. L'apparition des cirrus du N.-O. à midi anticipa à 3 heures l'heure de la marée minimum du baromètre qui fut de $763^{mm},10$, phénomène qui coïncida à la fois avec le maximum du vent qui parcourait à cette heure $7^{m},48$ par seconde, ayant oscillé toute la journée du S.-E. au S. La lumière réfléchie par ce *pallio-cirrus* remarquable n'offrit aucune trace de polarisation.

» Voici maintenant un exemple d'un manteau de cumulus bien plus étendu : trois jours plus tard, le 21 mars, à 4 heures du matin, le bord antérieur d'un *pallio-cumulus* se présenta vers l'horizon du quatrième cadran, le couvrant entièrement ; à 5 heures il s'étendait longitudinalement du N.-N.-E à l'O.-S.-O., progressant de plus en plus rapidement ; à 6 heures, il avait déjà dépassé le zénith, et enfin à 8 heures il atteignait l'horizon opposé vers le S.-E. Ce manteau enveloppa ainsi toute l'étendue visible du ciel jusqu'à 4 heures du soir qu'on vit apparaître à l'horizon du quatrième cadran, d'où il était parti, son extrémité postérieure, qui atteignit le zénith entre 9 et 10 heures du soir et disparut à l'horizon S.-E. du second cadran à 3 heures de la matinée du 22, où le bord antérieur avait déjà disparu la veille à 8 heures du matin. Ainsi, entre la première apparition du bord antérieur au N.-O. et la dernière disparition du bord postérieur au S.-E., il s'écoula vingt-trois heures. La lumière réfléchie par ce *pallio-cumulus*

considérable était parfois légèrement polarisée dans ses portions les moins compactes.

» Je proposerais en outre le nom de *fracto-cumulus* pour ces fragments de cumulus qui diffèrent soit physiquement, soit quant à l'époque de leur apparition, soit encore quant à l'état atmosphérique qu'ils déterminent, des cumulus (balle de coton) proprement nommés par Howard, ou nuages d'été, se montrant presque toujours sous la forme d'une moitié de sphère, reposant sur une base horizontale, et semblables dans le lointain à des montagnes couvertes de neige. Les fracto-cumulus sont au contraire distancés, sans forme déterminée, couleur d'ardoise ou gris, moins denses, plus rapides, plus bas, visibles le jour et la nuit, en dehors d'autres considérations météorologiques dans lesquelles il serait trop long d'entrer pour le moment. »

M. Guérin-Méneville, dans une Lettre adressée à M. le Président, fait connaître le nom de l'inventeur du procédé au moyen duquel ont été obtenues les flottes de soie grége de cocons du ver à soie de l'ailante qu'il avait présentées à l'Académie dans l'avant-dernière séance. Cet inventeur est *M. Aubenas* fils, de Loriol (Drôme).

« M. Aubenas, ajoute l'auteur de la Lettre, a mis en pratique, dans une usine considérable, un appareil de torsion à dévidage régulier et simultané pour la filature de la soie, au moyen duquel il obtient, entre autres, des cocons doubles, une soie de première qualité. Ces cocons doubles, qui entrent dans la production indigène et étrangère pour une moyenne de 5 à 10 pour 100, n'avaient produit jusqu'ici que de la soie dont le prix varie de 20 à 25 francs le kilogramme. Au moyen de son appareil, M. Aubenas en tire un fil de la valeur de 45 à 55 fr. le kilogramme. »

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

ERRATA.

(Séance du 16 février 1863.)

Page 291, ligne 23, *au lieu de* au-dessus, *lisez* au-dessous.